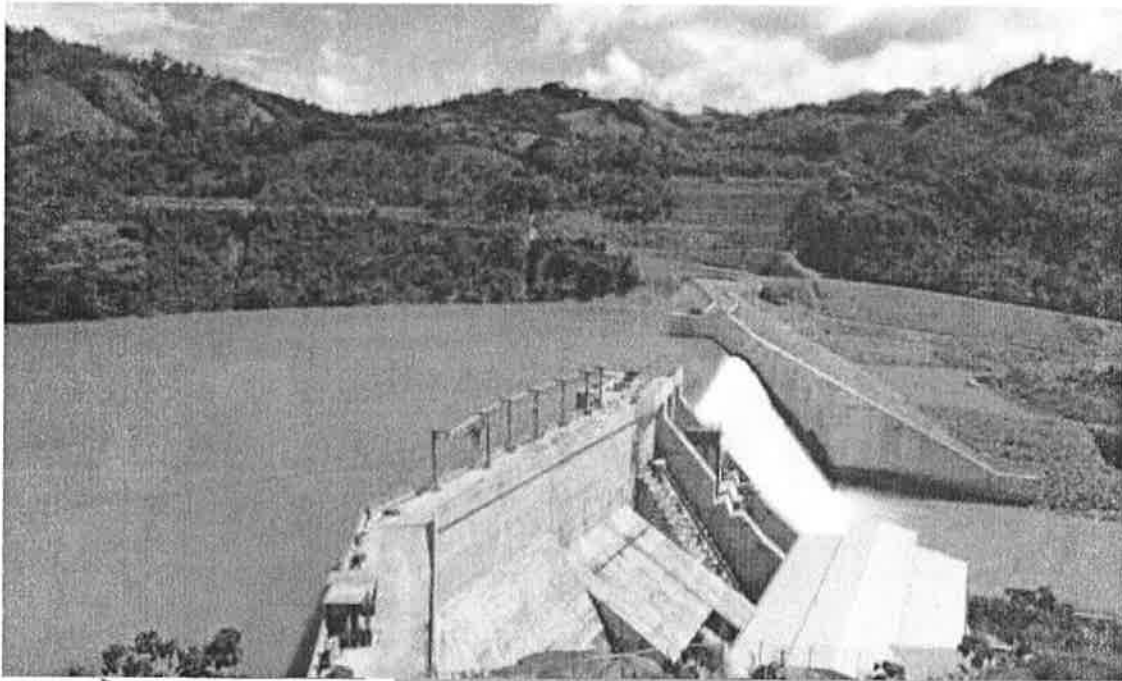
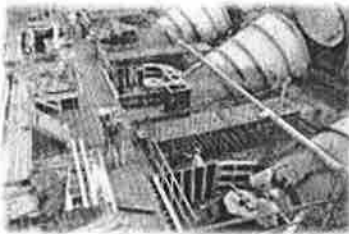


20/08/2014-20/09/2017



FOUNTAIN
INTERTRADE
CORP.

**PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES
DURANTE EMERGENCIAS (PADE)
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BAJO FRÍO**



**ELABORADO POR
CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, SA
AGOSTO, 2014**

Revisión septiembre 2017

Contenido

1. Introducción	7
2. Objetivos	8
3. Alcances del Plan de Acción Durante Emergencia	9
4. Descripción de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío.....	9
4.1 Características aguas abajo de la presa	14
5. Categorización de la presa	17
6. Implementación de un Sistema de Alerta Temprana Hidrológico	18
7. Identificación de las Emergencias	20
7.1 Detección de la Anomalía.....	21
7.2 Instrumentos y/o Equipos para monitoreo y detección de anomalías.....	23
8. Procedimiento para Declarar la Emergencia.....	28
8.1 Tipos de Alerta	29
8.2 Diseño de notificaciones y diagramas de Aviso	31
8.2.1 Alerta Blanca.....	31
Diagrama de Aviso – Alerta <i>BLANCA</i>	33
8.2.2 Alerta Verde.....	34
Diagrama de Aviso - Alerta <i>VERDE</i>	35
8.2.3 Alerta Amarilla	36
Diagrama de Aviso - Alerta <i>AMARILLA</i>	37
8.2.4 Alerta Roja	38
Diagrama de Aviso - Alerta <i>ROJA</i>	39
9. Procedimiento para el Manejo de las Emergencias.....	40
10. Situaciones de Emergencia	43

10.1 Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias.....	45
10.2 Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal	47
10.3 Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias	48
10.4 Por Apertura Súbita de Compuertas	49
10.5 Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga	51
10.6 Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa	52
11. Estudio de afectación de ribera de embalse y valle.....	54
__Crecidas Máximas de Caudales.....	59
__Cálculo de Hidrogramas de Crecidas Máximas	60
__Estudio de la Falla de una Presa	62
__Mecanismos de falla de una presa	62
__Análisis de la rotura de una presa.....	62
__Parámetros de la brecha por el método de Froehlich	63
__Resultados de las Simulaciones	65
12. Vinculación con el Sistema de Protección Civil. Planes de Evacuación.....	84
13. Simulacros de Emergencia	86
14. Actualización del PADE.....	90
15. Bibliografía	91
ANEXOS	92
PLANOS.....	93
SIMULACIONES.....	101
MAPAS.....	134
SECCIONES.....	149
FOTOS.....	154

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos significativos de la Presa Bajo Frío	13
Tabla 2. Franjas de Operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío.	13
Tabla 3. Área del Suelo con Riesgo a ser Afectado	14
Tabla 4. Cantidad Estimada de Animales Aguas Abajo de la Presa Bajo Frío	14
Tabla 5. Lugar Poblado, aguas abajo de embalse Bajo Frío	15
Tabla 6. Categorización de la Presa Bajo Frío según el Riesgo Potencial	18
Tabla 7 Frecuencia de las inspecciones.....	22
Tabla 8 Descripción de instrumentos y/o equipos usados para el Monitoreo de Anomalías	23
Tabla 9 Frecuencia de lectura de los instrumentos.....	26
Tabla 10 Frecuencia mínima de toma de lecturas según la ASEP	28
Tabla 11. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia	44
Tabla 12. Resumen de las posibles Afectaciones de riberas de embalse y valles.	54
Tabla 14. Pendientes del cauce	59
Tabla 15. Crecidas máximas	59
Tabla 16. Hidrograma de Crecidas Adimensional Río Chiriquí Viejo	60
Tabla 17 Hidrograma de Crecida Máxima. Sitio de Presa sobre el Río Chiriquí Viejo.....	61
Tabla 18. Calculo de Parámetros de Brecha de Acuerdo al Método de Froehlich (2008)	64
Tabla 19. Caudal para los diferentes periodos de retornos según situación de emergencia.	66
Tabla 20. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.	69
Tabla 21. Resultados, Tiempo de recorrido de la onda de crecida Escenario No.1.	71
Tabla 22. Resultados, Para el caudal del Escenario No.2.	73
Tabla 23. Resultados del tiempo de recorrido de la onda Escenario No.2.....	75

Tabla 24. Resultados de la simulación en el escenario No.3	77
Tabla 25. Resultados del tiempo de recorrido de la onda escenario No.3.....	79
Tabla 26. Resultados, para el caudal del escenario No. 4	81
Tabla 27. Resultados del tiempo de recorrido de la onda Escenario No.4.....	83
Tabla 13. Lista de Ubicaciones de los Diagramas de Avisos Impresos	84
Tabla 28 Datos Hec-RAS para el caudal, PR- 1:10 años	102
Tabla 29 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR- 1:10 años.....	104
Tabla 30 Datos Hec-RAS para el caudal PR- 1:50 años	106
Tabla 31 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:50 años.....	108
Tabla 32 Datos Hec-RAS para el caudal, PR- 1:100 años	110
Tabla 33 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:100 años.....	112
Tabla 34 Datos Hec-RAS para el caudal, PR- 1:1000 años	114
Tabla 35 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR- 1:1000 años.....	116
Tabla 36 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-10 años	118
Tabla 37 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR-10 años.....	120
Tabla 38 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-1:50 años	122
Tabla 39 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR-1:50 años.....	124
Tabla 40 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-1:100 años	126
Tabla 41 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:100 años.....	128
Tabla 42 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-1:1000 años	130
Tabla 43 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:1000 años.....	132

Índice de Figuras

Figura 1. Vista de la Presa Bajo Frío	10
Figura 2. Localización de la Central Hidroeléctrica de Bajo Frío.....	12
Figura 3. Planta potabilizadora de Barú	16
Figura 4. Puente sobre la Panamericana.....	16
Figura 5. Planta - Perfil del puente.....	17
74Figura 6. Superficie de drenaje del proyecto Bajo Frío, Estaciones de Precipitación.....	19
Figura 7. Perfil longitudinal de la sección en estudio	58
Figura 8. Secciones transversales para el proyecto Bajo Frío	58
Figura 9. Hidrograma de crecidas	62
Figura 10. Curva de descarga del vertedero controlado	67
Figura 11 Hidrograma de salida del escenario No.1	68
Figura 12 Hidrograma de salida del escenario No.2	72
Figura 13 Hidrograma de salida del escenario No.3	76
Figura 14 Hidrograma de salida del escenario No.4	80
Figura 15 Hidrograma de salida para el escenario No.1, PR- 1:10 años.....	102
Figura 16 Hidrograma de salida para el escenario No.1, PR- 1:50 años.....	106
Figura 17 Hidrograma de salida para el escenario No.1, PR- 1:100 años.....	110
Figura 18 Hidrograma de salida para el escenario No.1, PR- 1:1000 años.....	114
Figura 19 Hidrograma de salida, periodo de retorno 1:10 años	118
Figura 20 Hidrograma de salida para el escenario No.3, PR- 1:50 años.....	122
Figura 21 Hidrograma de salida para el escenario No.3, PR- 1:100 años.....	126
Figura 22 Hidrograma de salida para el escenario No.3, PR- 1:10000 años.....	130

1. Introducción

La empresa FOUNTAIN INTERTRADE CORP., domicilio en Campamento Bajo Frío, localidad de Portón, Provincia Chiriquí, República de Panamá; es la autorizada para la construcción y explotación del proyecto hidroeléctrico Bajo Frío, es una sociedad formada por las empresas CrediCorp Bank y SN Power. Debidamente inscrita en la Sección de Micropelículas (Mercantil) del Registro Público con RUC N° 1109-747-1-56-1789 DV38, El representante legal de dicha empresa es el señor Mats Pettersson. El 28 de mayo de 2014, la empresa Fountain Intertrade Corp., celebra el contrato N° 064, por servicios profesionales de consultoría con la empresa Consultoría, Estudios y Diseños S.A. autorizándole la elaboración del Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) para el proyecto Hidroeléctrico Bajo Frío.

El PADE, es la herramienta que establece la organización de los recursos humanos y materiales necesarios para el control de los factores de riesgo que puedan comprometer la seguridad de la presa en la central Hidroeléctrica Bajo Frío. Además, propone acciones que deben realizarse durante una emergencia para salvaguardar la vida y bienes de la población que se encuentre aguas abajo del embalse. Este plan define las responsabilidades y procedimientos para identificar, evaluar, clasificar y notificar a los organismos responsables sobre las emergencias que puedan ocurrir en la presa de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío de acuerdo a 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).

El PADE debe instruir sobre las acciones para mitigar los efectos de las situaciones de emergencias descritas en las normas de seguridad de presa de la ASEP tales como: bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias, Colapso estructural en condiciones de operación normal, colapso estructural durante crecidas extraordinarias, apertura súbita de compuerta, fallas de las estructuras hidráulicas de descarga, vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa. Se utilizarán diagramas de aviso para dar la alerta a las autoridades competentes según la situación de emergencia antes mencionada que se presente.

2. Objetivos

Objetivo General

Preparar el Plan de Acción durante Emergencia (PADE) de la presa de Bajo Frío, de acuerdo a 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), estableciendo la manera de proceder ante una emergencia, con el fin de salvaguardar la vida de las personas, proteger el ambiente y minimizar los daños a la propiedad.

Objetivo específico

- Ayudar al personal de Fountain Intertrade Corp. en la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, mediante la oportuna y confiable detección, evaluación, y clasificación de una situación de emergencia que pudiesen suscitarse durante la operación de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío.
- Describir las condiciones o medidas para la detección y evaluación de una emergencia.
- Clasificar las diferentes situaciones que podrían llevar a la falla o al mal funcionamiento de la presa (desastres naturales y situaciones relacionadas con actividades humanas), e identificar las seis (6) situaciones de emergencias relacionadas con la presa de acuerdo a su gravedad y urgencia.
- Minimizar el impacto de las situaciones de emergencia implementando tres fases de acciones las de *antes de la emergencia* (Preparación y organización), *durante la emergencia* (Atención de la emergencia) y *después de la emergencia* (Rehabilitación y reconstrucción).

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 de vertimiento 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 emergencia por vertimiento debido a crecidas ordinarias o extraordinarias, manejo controlado o incontrolado de las estructuras, debido a la 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, entre otras.) 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 Bajo Frío

La central de generación hidroeléctrica denominada Bajo Frío, aprovechará las aguas del río Chiriquí Viejo para disponer de una potencia instalada de hasta 58.00 MW. La toma de agua de la central hidroeléctrica se ubica en las coordenadas UTM 951663.281N y 300381.573E,

en la provincia de Chiriquí, entre los corregimientos de Santa Cruz y Breñón en el distrito de Renacimiento y el corregimiento de Gómez en el distrito de Bugaba. (Ver Anexos plano #1).

La presa de Bajo Frío (Figura 1), es una estructura de gravedad de cuarenta y seis (46.00) metros de alto aproximadamente, por cuatrocientos cinco (405.00) metros de longitud total medidos sobre la coronación de la misma en la elevación +246.20 msnm. Está constituida de la siguiente manera: en el margen oeste o margen derecho del cauce del río Chiriquí Viejo, está conformado por un vertedero controlado, un vertedero libre, las galerías de desvío y la estructura de captación; construidos de hormigón, este margen ocupa 238.00 m de la longitud total de la presa, medidos sobre la coronación. El margen este o margen izquierdo del río Chiriquí Viejo más el cauce central serán construidos con materiales de préstamo (enrocado y material arcilloso), y representan unos 167.00 m de longitud medidos sobre la coronación.

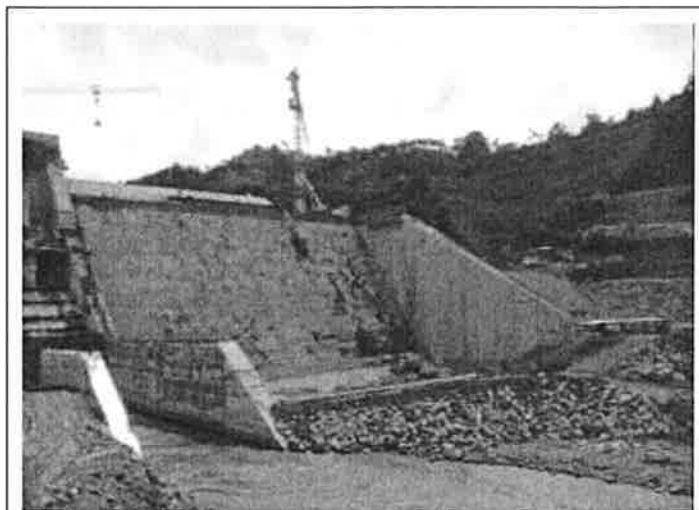


Figura 1. Vista de la Presa Bajo Frío

La presa Bajo Frío posee dos (2) vertederos, uno libre y otro controlado. El vertedero libre posee unos 90.00 m de longitud y su cresta se ubica sobre la cota +240 msnm. Se ha previsto que el vertedero sea de tipo escalonado, como solución para la disipación de energía, descargando a un cuenco amortiguador. El vertedero controlado consiste en un doble conducto de 6.00 m de ancho por 5.00 m de alto cada uno, y será operado mediante, compuertas radiales de esas mismas dimensiones; además, contará con un juego de compuertas planas auxiliares o de mantenimiento (6.00 m x 5.00 m). El fondo del vertedero controlado se encuentra sobre la cota +220 msnm. A la descarga del vertedero controlado, se

ha dispuesto un trampolín, con ángulo de salida de 35°, cuyo objetivo es evitar la erosión cerca del pie de la presa.

La central hidroeléctrica Bajo Frío está distribuida en dos casas de máquinas: La Potra y Salsipuedes.

Casa de Máquinas La Potra, tendrá las unidades principales y la unidad auxiliar que verterá el caudal ecológico de 5.90 m³/s. La misma se ubica sobre el margen derecho del río Chiriquí Viejo, justo en el pie de la presa en las coordenadas UTM 950250.554 N y 303348.916 E. La casa de máquinas La Potra, será de concreto reforzado del tipo exterior y tendrá aproximadamente las siguientes dimensiones: 55.60 m de longitud, 26.75 m de ancho y 30.00 m de altura. Alojará cuatro unidades turbogeneradoras, compuestas por tres turbinas Kaplan y generadores síncronos de eje vertical con un total de 27.90 MW de potencia y una turbina Francis y generador síncronos de eje horizontal con una potencia de 2.10 MW.

Las aguas turbinadas en la casa de máquinas La Potra serán descargadas a un canal que conducirá las aguas (100.00m³/s) hasta la segunda casa de máquinas (Salsipuedes). El nivel normal de descarga de la casa de máquinas La Potra se ha fijado en la cota +207.50 msnm.

Casa de máquina Salsipuedes, que alojará tres unidades turbogeneradoras, compuestas por turbinas Kaplan y generadores síncronos de eje vertical con un total de 27.90 MW. La misma se ubica en las coordenadas UTM 948635.876 N y 302659.009 E sobre el margen derecho del río Chiriquí Viejo, al final del canal de aducción. La casa de máquina Salsipuedes, será de concreto reforzado del tipo exterior y tendrá aproximadamente las siguientes dimensiones: 40.00 m de longitud, 26.75 m de ancho y 33.00 m de altura.

Las aguas turbinadas dentro de la casa de máquinas Salsipuedes son descargadas al río Chiriquí Viejo, por medio de un canal de 110.00 m de longitud. El nivel normal a la descarga de la casa de máquinas Salsipuedes se encuentra sobre la cota 175.00 msnm.

En la Figura 2 se presenta la localización general de la presa Bajo Frío y en la Tabla 1 el resumen de los datos significativos de la presa.

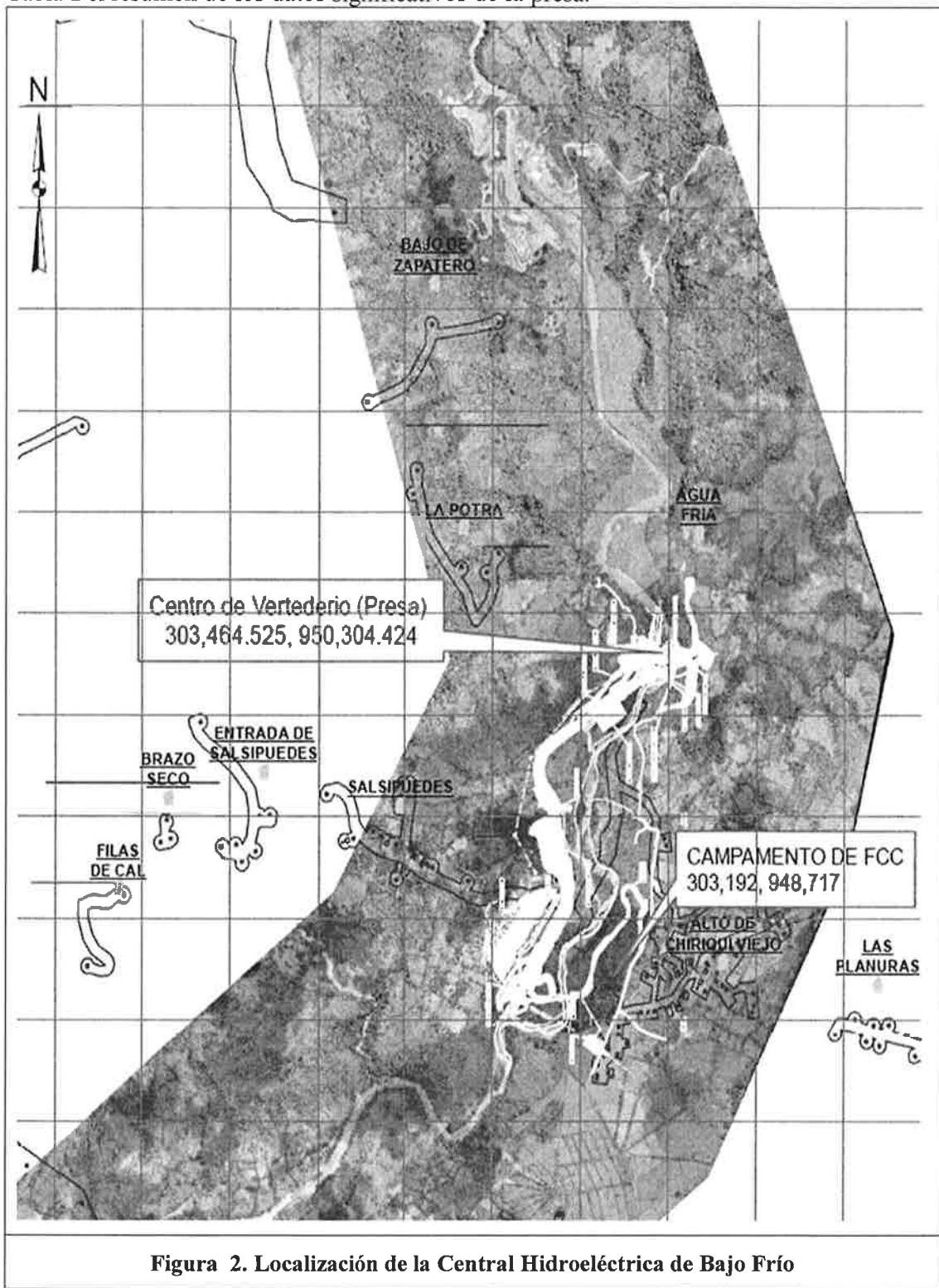


Figura 2. Localización de la Central Hidroeléctrica de Bajo Frío

Tabla 1. Datos significativos de la Presa Bajo Frío

Características básicas de la presa	Tipo de presa: de gravedad Constitución mixta: una sección enrocada y de relleno ubicado sobre el margen central e izquierdo del río Chiriquí Viejo, y la otra sección de hormigón ubicado sobre el margen derecho del río Chiriquí Viejo.
Elevación del cauce	+200 msnm
Longitud total de la presa	405.00 m sobre la coronación
Número de vertederos	Un (1) vertedero libre y un (1) vertedero controlado
Número de compuertas del vertedero de flujo controlado	Dos (2) compuertas radiales y dos (2) planas auxiliares o de mantenimiento y dos (2) vanos de 6.00 m de ancho y 5.00 m de alto.
Elevación del vertedero controlado	220.00 msnm
Ancho del vertedero libre	Cresta 90.00 m
Elevación del vertedero libre	240.00 msnm
Tipo del vertedero libre	Escalonado
Caudal de diseño del vertedero controlado	2,809.00 m ³ /s, considerando una (1) compuerta inoperante
Caudal de diseño del vertedero libre	2,809.00 m ³ /s
Capacidad de descarga máxima del vertedero controlado	4,944.00 m ³ /s, considerando una (1) compuerta inoperante
Coordenadas del Sitio de Presa	UTM 950304.424 N y 303464.525 E.

Fuente: Anexo A- Descripción de instalaciones de la Concesión de Generación Hidroeléctrica del proyecto C.H. Bajo Frío según la Resolución - 2009.

¹NMON= Nivel Máximo de Operación Normal de 240.00 msnm.

El embalse de la presa de Bajo Frío posee distintos niveles para su operación. En la

Tabla 2 se presentan las franjas de operación del embalse de la presa Bajo Frío.

Tabla 2. Franjas de Operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío.

NIVEL DE AGUA	ELEVACIÓN (msnm)	Tr
Nivel Máximo de Operación Normal (NMON)	240.00	
Nivel Mínimo de Operación Normal (NmiON)	237.00	
Máximo para la Condición de Emergencia (NMCE)	247.00	
Máximo de Operación Extraordinaria (NMOE)	245.10	
Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria (NmiOE) ¹	237.00	10000 años
Máximo Maximorum de Máximas Crecidas	244.50	10000 años
Máximo de Verificación (CMP) de Máximas Crecidas ¹	247.00	

Fuente: Doc. 2555D-CD-G00-003 Rev.0, Criterios de Diseño Civil Hidrología e Hidráulica Abril 2012

¹ Elevación con una compuerta inoperable.

4.1 Características aguas abajo de la presa

Aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, el lecho mayor o llanura de inundación del tramo estudiado del Río Chiriquí Viejo se caracteriza por poseer una vegetación de bosques de galería, que están siendo afectados por la ganadería al aumentar las áreas de pastizales. Por su ubicación geográfica el tipo de bosque encontrado se clasifica como bosque muy húmedo tropical, sin embargo, la cobertura vegetal en la cuenca se encuentra altamente fragmentada por las actividades económicas de los pobladores, quienes dedican cierta extensión de terreno al cultivo de especies como plátano, maíz, palma aceitera, caña de azúcar entre otras y extensas área de terrenos dedicada a la ganadería. En la Tabla 3 y en la Tabla 4 se presentan el uso del suelo y la cantidad y tipo de animales que podrían verse afectados por la presencia de una situación de emergencia en la presa Bajo Frío.

Tabla 3. Área del Suelo con Riesgo a ser Afectado

Uso de suelo	Área (Ha)
Rastrojo	324.70
Uso Agropecuario	299.00
Otros Usos	23.4
Bosque Intervenido	42.5
Área Total	689.6

Fuente: Cobertura de Uso de Suelo, ANAM, 2008

Tabla 4. Cantidad Estimada de Animales Aguas Abajo de la Presa Bajo Frío

Provincia	Distrito	Corregimiento	Existencia de animales (en cabezas)										
			Ganado							Aves			
			Vacuno	Porcino	Caballar	Mular y asnal	Caprino	Bufalino	Ovino	Gallinas	Patos y gansos	Pavos	Codornices
Chiriquí	Bugaba	Aserrió De Gariché	9233	1601	413	17	14	1	35	26804	409	213	83
		Gómez	3104	761	164	4	2	0	2	10000	116	39	5
	Barú	Progreso	1918	278	57	4	0	0	2	15062	420	51	2
	Renacimiento	Breñón	2305	148	127	19	6	0	8	1621	48	4	4
		Santa Cruz	5462	448	403	64	11	0	2	8663	197	109	8
		Total	22022	3236	1164	108	33	1	49	62150	1190	416	102

Fuente: Existencia de animales en la República, por clase de animal, según Provincia, Comarca Indígena, Distrito y Corregimiento, abril de 2011.0

En la Tabla 5 se presentan las poblaciones establecidas en el área de influencia directa de la presa Bajo Frío ubicada en el río Chiriquí Viejo (Ver mapa #3), estos poblados ubicados aguas abajo de la presa Bajo Frío, pueden verse afectados por la huella de inundación, cabe mencionar que los poblados pertenecen a los distritos de Bugaba, Barú y Renacimiento y no todas las personas que lo conforman serán afectados por la huella de inundación que cause la posible situaciones de emergencias que se presenten en la presa Bajo Frío.

Tabla 5. Lugar Poblado, aguas abajo de embalse Bajo Frío

Distrito	Corregimiento	Poblado	Viviendas totales	Población total	Coordenadas UTM (WGS-84)		Elev. Msn m
					Norte	Este	
Bugaba	Gómez	Altos de Chiriquí Viejo	49	208	948791.128	303812.633	329
	Aserrío de Gariché	San Isidro	435	1648	943989.521	298495.800	145
		San Pedro	142	515	946904.851	301881.780	254
		Zueco o San Pedro Abajo	45	173	946411.687	300979.364	240
Barú	Progreso	Paso Canoa Internacional	507	1774	943825.139	297754.321	131
Renacimiento	Breñón	Bajos de Zapatero	2	2	952132.911	302169.302	396
		La Potra	2	5	950928.017	302338.388	445
		Salsipuedes	26	101	949561.017	301975.316	338
	Santa Cruz	Agua Fría	3	1	950900.37	303667.211	307
		Total	1211	4427			

Fuente: “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, junio 2014.

En cuanto a los servicios localizados aguas abajo de la presa de Bajo Frío, se encuentran: un tramo de carretera que comunica a las comunidades de Agua Fría y Altos de Chiriquí, la planta potabilizadora de Barú, dos puentes vehicular sobre el río Chiriquí Viejo. A continuación se listan estos servicios e infraestructuras correspondientes.

- **Planta potabilizadora de Barú:** La planta potabilizadora de Barú (Figura 3), ubicada aguas abajo de la presa Bajo Frío, abastece a una población de aproximadamente 12,000 habitantes. Según la Dirección Regional de Sistemas de Acueductos y Alcantarillado, año 2013, esta planta posee una capacidad nominal de 20 millones de galones por día y una producción real de 8.17 millones de galones por día.



Figura 3. Planta potabilizadora de Barú



Figura 4. Puente sobre la Panamericana

Fuente: Consultoría, Estudios y Diseños, S.A., diciembre 2013

- **Puentes vehiculares sobre el río Chiriquí Viejo:**
 - En la estación 1k + 266, aguas abajo de la presa de Bajo Frío se encuentra el puente vehicular sobre el río Chiriquí Viejo en la ruta Concepción – Frontera (Panamericana), en las coordenadas UTM 943303.879 N y 298226.388 E (Figura 4), es una ruta que conecta a Panamá con la frontera de Costa Rica.
 - Cerca de la estación 10K + 195, aguas abajo de la presa se ubica otro puente vehicular que esta justamente entre los límites de los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché (Ver figura 5).



Figura 5. Planta - Perfil del puente estación 10k+195

5. Categorización de la presa

Para la categorización de la presa de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, la empresa Fountain Intertrade Corp. contrató los servicios de Consultoría Estudio y Diseños S.A. (CEDSA), dicha categorización se hizo de acuerdo a los riesgos de potenciales impacto establecidos en la Norma para seguridad de las Presas aprobada por la Resolución AN No. 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 y el ANEXO A – Consulta pública sobre las modificaciones a las normas para la seguridad de presas sección 2.1.3.1. El informe de categorización generado por CEDSA (CEDSA109-FIC-CH-AGUAS Categorización) concluye que la Central Hidroeléctrica Bajo Frío posee un nivel de riesgo potencial significativo (categoría “B”). La categorización recibe una ponderación de doce (12) puntos distribuidos de acuerdo a la Tabla No 6.

Tabla 6. Categorización de la Presa Bajo Frío según el Riesgo Potencial

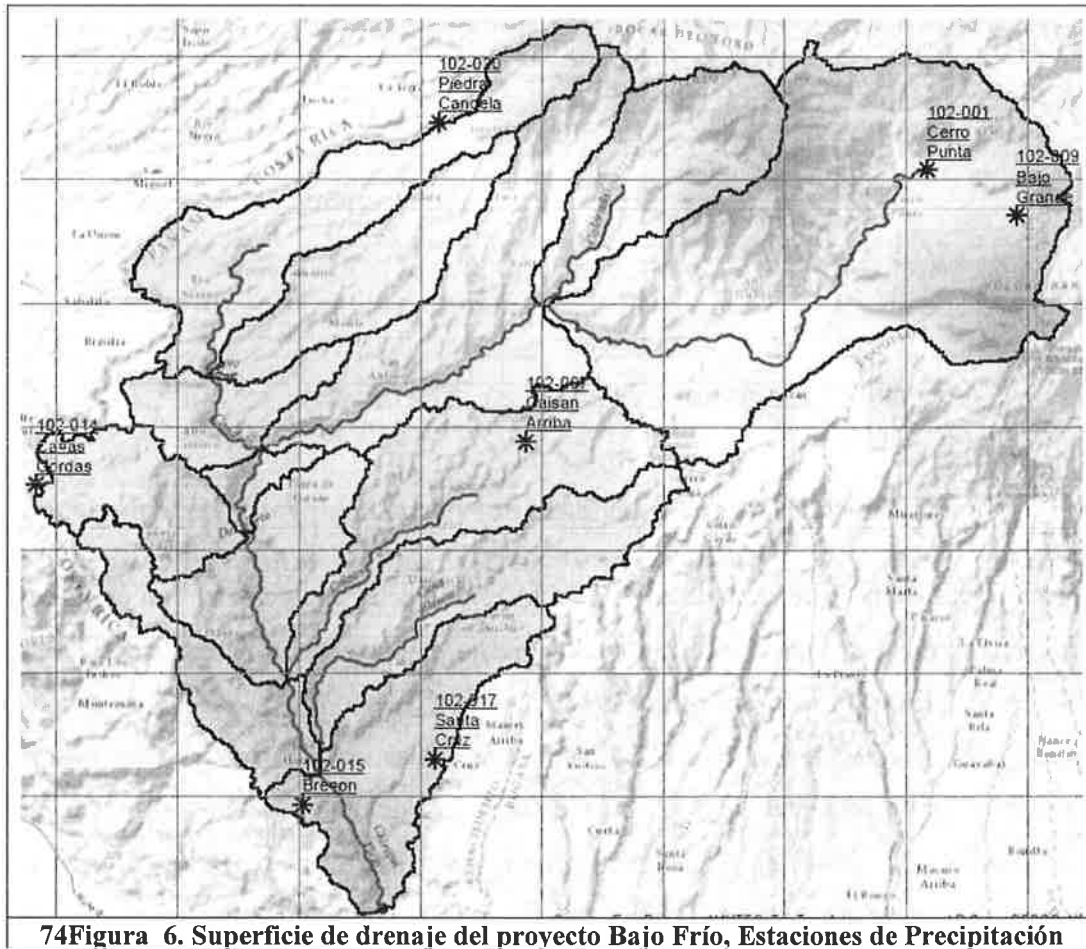
Categoría	A	B	C
Riesgo	Alto	Significativo	Bajo
Pérdida directa de vidas humanas		3	
Pérdida de servicios esenciales		3	
Pérdidas en propiedades		3	
Pérdidas Ambientales		3	
Total		12	

Fuente: CEDSA109-FIC-CH-AGUAS Categorización, CEDSA 2014

6. Implementación de un Sistema de Alerta Temprana Hidrológico

Un Sistema de Alerta Temprana Hidrológico (SATH) se debe implementar con el objetivo de prever tempranamente posibles situaciones de riesgo, causadas por el aumento en el caudal del río aguas arriba de la presa, generado por eventos meteorológicos; o bien caudales generados por eventos como rotura de las presas aguas arriba: Baitún. Los insumos requeridos para implementar un SATH se obtendrían por medio de la instrumentación hidrometeorológicas instalada en la cuenca que drena hacia la presa. La información recolectada es procesada, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos.

En las subcuencas que drenan hacia la presa de la hidroeléctrica Bajo Frío, hay siete (7) estaciones de precipitación, en la 74Figura 6; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la superficie de drenaje y la ubicación de las estaciones de precipitación para más detalle ver Anexos mapa #1. Las estaciones son operadas por la Gerencia de Hidrometereología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA).



74Figura 6. Superficie de drenaje del proyecto Bajo Frío, Estaciones de Precipitación
Fuente: Consultoría, Estudios y Diseños, S.A., marzo 2014.

Con la información de precipitación acumulada suministrada por las estaciones localizadas en el área de drenaje de la presa, la empresa FOUNTAIN podrá establecer un SATH que le permitirá conocer el comportamiento de los caudales que ingresen al embalse de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío. FOUNTAIN le dará seguimiento a estos datos a través del sistema web http://www.hidromet.com.pa/estaciones_satelitales.php. y mediante comunicaciones directas con ETESA.

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 Bajo Frío, 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. Por tal razón, los operadores de la central hidroeléctrica Bajo Frío, deben estar consciente de la importancia de la lectura continua de la elevación del nivel de agua en el embalse y deben 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 FOUNTAIN, ETESA y/u otros generadores dentro del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío 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 Bajo Frío.

7. Identificación de las Emergencias

Las situaciones que podrían llevar a la falla y /o apertura de compuertas incluyen desastres naturales y situaciones relacionadas con actividades humanas. Las actividades humanas pueden aumentar el riesgo y el peligro potencial 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.

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 que en el plan se plantea la detección del suceso y de los resultados de una inspección posterior.

Actividades Humanas

Las afectaciones asociadas a las actividades humanas están relacionadas principalmente a fallas de las estructuras por deterioro de material o mala construcción y/o diseño; también se pueden incluir errores de operación del personal responsable. Este tipo de actividades no serán consideradas dado que escapan de la capacidad de predecir.

Es posible que las estructuras que conforman la central hidroeléctrica Bajo Frío sean objeto de vandalismo, sabotaje y/o actos bélicos, el cual puede resultar en daños estructurales. Debido al vandalismo y la preocupación por la seguridad pública, el acceso a las estructuras de las presas está normalmente restringido. Es poco probable que ocurran estos eventos pero de darse una situación de actos de vandalismo, sabotaje y/o actos bélicos se considerara un tipo de alerta amarilla como lo establece la norma de seguridad de presa en el punto 9.1.2 tipos de alertas, se debe tomar en cuenta que estas situaciones se escapan de de la capacidad de predecir.

7.1 Detección de la Anomalía

El personal de FOUNTAIN en la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, está preparado para la oportuna y confiable detección, evaluación, y clasificación de las situaciones de emergencia existente o potencial, enumeradas en la sección 10 (Situaciones de Emergencia).

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 de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío está entrenado para buscar condiciones que podrían afectar la integridad de la presa o sus estructuras asociadas. Durante la inspección realizada por el

personal de Mantenimiento Civil, operadores de la presa o de personal asesor técnico y especialidades, busquen condiciones tales como grietas y hundimientos, filtraciones, corrosión interna, intemperismo, asentamiento, deterioro y/o disolución. La frecuencia de las inspecciones según la clase de evaluación, tipo de inspectores y frecuencia se realizan de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7 Frecuencia de las inspecciones

Clasificación de las Inspecciones			Frecuencias típicas de Inspección		
Clase de Inspección	Propósito de la Inspección	Tipos de Inspectores	Clasificación según impacto potencial		
			Alto	Mediano	Bajo
Rutinaria	Nota N°. 1	Personal del Responsable Primario	Semanal a Mensual	Mensual	Mensual a Trimestral
Intermedia	Nota N°. 2	Asesores Técnicos	Anual	Anual	Anual a bianual
Global	Nota N°. 3	Asesores técnicos y especialistas	Cada 5 años	Entre 5 a 7 años	Cada 10 años
Especial	Nota N°. 4	Asesores técnicos y especialistas	Requerida según evento ocurrido	Requerida según evento ocurrido	Requerida según evento ocurrido
Emergencia	Nota N°. 5	Asesores técnicos y especialistas	Requerida según deficiencia detectada.	Requerida según deficiencia detectada.	Requerida según deficiencia detectada.

Fuente: Apéndice F, Cuadro N°1: Obras en Operación Normal- Características de las Inspecciones.

Nota N° 1: confirmar el comportamiento de las obras. Detectar deficiencias.

Nota N° 2: Confirmar el comportamiento de las obras con inspecciones visuales. Analizar y correlacionar lo visualizado con la información de control rutinario generada. No es necesario operar los equipos mecánicos.

Nota N° 3: Confirmar el comportamiento de las obras con inspecciones visuales. Evaluar el comportamiento de las estructuras con la información de control rutinario generada, y con el conocimiento del estado del arte. Operar los equipos mecánicos para su prueba e identificación de deficiencias.

Nota N° 4: Examinar, después de un evento (sismo, crecida, desembalse rápido, actividad volcánica, etc.) las estructuras que constituyen la obra de cierre.

Nota N° 5: Examinar una deficiencia en particular de una presa.

En cuanto a la detección de anomalías en el caso de fallas estructurales, la empresa FOUNTAIN contará con un sistema de vigilancia de piezómetros, sensor de desplazamiento, medidor triortogonal de juntas que medirán los desplazamientos de las juntas, los niveles del embalse y desplazamientos horizontales, respectivamente. Además de 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. Estos equipos de monitoreo se describían a continuación

7.2 Instrumentos y/o Equipos para monitoreo y detección de anomalías

Para el monitoreo y detección de anomalías la Central Hidroeléctrica Bajo Frío cuenta con instrumentos que son medidos con una regularidad semanal, quincenal mensual, entre otros, en la Ver anexos de los planos : 2555D-PD-D21-001, PD-D21-004, PD-E21-001, PD-E21-002, PD-F21-001, PD-F21-002, PD-F21-003, PD-H21-001, PD-H21-002, PD-J21-001, PD-J21-002, PD-K21-001, PD-N21-001, PD-N21-002, PD-N21-003.

Tabla 8 Descripción de instrumentos y/o equipos usados para el Monitoreo de Anomalías se presenta una descripción de los instrumentos y/o equipos que serán usados para el monitoreo y detección de anomalías y en la Tabla 9 frecuencia de lectura de los instrumentos y/o equipos utilizados en la presa.

Ver anexos de los planos : 2555D-PD-D21-001, PD-D21-004, PD-E21-001, PD-E21-002, PD-F21-001, PD-F21-002, PD-F21-003, PD-H21-001, PD-H21-002, PD-J21-001, PD-J21-002, PD-K21-001, PD-N21-001, PD-N21-002, PD-N21-003.

Tabla 8 Descripción de instrumentos y/o equipos usados para el Monitoreo de Anomalías

VALORES DE ALERTA DE INSTRUMENTOS PRESA LA POTRA		
ESTRUCTURA/SECCIÓN: PRESA DERECHA LA POTRA		
TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA	NIVEL DE ALERTA
Piezómetro Eléctrico	PE-PH-01	227.34 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-PH-02	240.66 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-PH-01	231.88 msnm
Extensómetro	ES-PH-01-SUPERIOR	0.10 mm
Extensómetro	ES-PH-01-INFERIOR	0.10 mm
Extensómetro	ES-PH-02-SUPERIOR	-0.12 mm
Extensómetro	ES-PH-02-INFERIOR	-0.33 mm

Medidor Triortogonal de Juntas	MT-PH-01	x = 9.00 cm
		y = 4.20 cm
		z = 20.00 cm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-PH-02	x = 11.50 cm
		y = 1.50 cm
		z = 20.00 cm
ESTRUCTURA/SECCIÓN: BOCATOMA		
TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA	NIVEL DE ALERTA
Piezómetro Eléctrico	PE-BC-01	219.10 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-BC-02	234.07 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-BC-03	228.82 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-BC-01	224.05 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-BC-02	214.22 msnm
Extensómetro	ES-BC-01-SUPERIOR	0.28 mm
Extensómetro	ES-BC-01-INFERIOR	0.47 mm
Extensómetro	ES-BC-02-SUPERIOR	0.06 mm
Extensómetro	ES-BC-02-INFERIOR	-0.17 mm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-BC-01	x = 10.30 cm
		y = 9.00 cm
		z = 20.00 cm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-BC-02	x = 13.90 cm
		y = 6.40 cm
		z = 20.00 cm
ESTRUCTURA/SECCIÓN: VERTEDERO CONTROLADO		
TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA	NIVEL DE ALERTA
Piezómetro Eléctrico	PE-VC-01	208.04 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-VC-02	222.03 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-VC-03	213.92 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-VC-04	221.69 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-VC-05	213.86 msnm
Extensómetro	ES-VC-01-SUPERIOR	1.23 mm
Extensómetro	ES-VC-01-INFERIOR	2.17 mm
Extensómetro	ES-VC-02-SUPERIOR	0.09 mm
Extensómetro	ES-VC-02-INFERIOR	-0.26 mm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-VC-01	x = 12.60 cm
		y = 11.00 cm
		z = 20.00 cm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-VC-02	x = 8.00 cm
		y = 11.00 cm
		z = 20.00 cm
ESTRUCTURA/SECCIÓN: VERTEDERO LIBRE		
TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA	NIVEL DE ALERTA
Piezómetro Eléctrico	PE-VL-01	207.70 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-VL-02	223.34 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-VL-02	218.75 msnm
Extensómetro	ES-VL-01-SUPERIOR	-0.80 mm
Extensómetro	ES-VL-01-INFERIOR	0.50 mm

Extensómetro	ES-VL-02-SUPERIOR	-2.80 mm
Extensómetro	ES-VL-02-INFERIOR	-4.90 mm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-VL-01	x = 18.80 cm
		y = 8.10 cm
		z = 20.00 cm
Medidor Triortogonal de Juntas	MT-VL-02	x = 15.00 cm
		y = 7.80 cm
		z = 20.00 cm
ESTRUCTURA/SECCIÓN: PRESA DE ENROCADO		
TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA	NIVEL DE ALERTA
Piezómetro Eléctrico	PE-102	231.99 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-104	230.94 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-105	237.28 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-106	236.96 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-108	239.96 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-110	233.64 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-111	245.00 msnm
Piezómetro Eléctrico	PE-112	244.06 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-103	245.00 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-108	245.00 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-112	245.00 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-113	245.00 msnm
Monumentos topográfico	MS-101	23.00 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-102	27.00 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-103	26.00 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-104	23.00 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-105	22.00 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-106	15.00 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-107	5.00 cm asentamiento
Mini prisma	MP-108	0 cm asentamiento
Mini prisma	MP-109	0 cm asentamiento
Mini prisma	MP-110	0 cm asentamiento
Mini prisma	MP-111	0 cm asentamiento
Mini prisma	MP-112	5.70 cm asentamiento
Mini prisma	MP-113	5.70 cm asentamiento
Mini prisma	MP-114	5.70 cm asentamiento
Mini prisma	MP-115	5.70 cm asentamiento
VALORES DE ALERTA DE INSTRUMENTOS PRESA SALSIPUEDES		
TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA	NIVEL DE ALERTA
ESTRUCTURA/SECCIÓN: BOCATOMA SALSIPUEDES		
Piezómetro Casa Grande	PSP-301	203.60 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-302	199.50 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-303	205.40 msnm
Piezómetro Casa Grande	PSP-304	198.30 msnm
Monumentos topográfico	MS-301	10.42 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-302	10.42 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-303	10.42 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-304	6.30 cm asentamiento
Monumentos topográfico	MS-305	6.30 cm asentamiento

Monumentos topográfico	MS-306	6.30 cm asentamiento
Medidores Triangular	MT-IZQ	127.50 lt/min
Medidores Triangular	MT-DER	127.50 lt/min
DESCRIPCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN		
Instrumento	Características	Fabricante/ Modelo-Tipo
Extensómetros de varilla	Los extensómetros de varilla se componen de 2 (dos) varillas en cada agujero. La varilla más profunda presenta longitud aproximada de 16 metros y la otra varilla presenta longitud aproximada de 4 metros, medidos a partir de la fundación. Los extensómetros permiten medición de la deformación en camadas de la fundación.	GEOKON (USA) / INTERFELS 4450
Piezómetros <i>Stand Pipe</i> y piezómetros eléctricos	Los piezómetros están instalados en las galerías de la presa y están orientados con inclinación aguas arriba y aguas abajo. Permiten evaluar la supresión que actúa en la estructura.	GEOKON (USA) / 4500S
Medidores triortogonales de junta	Los medidores triortogonales están localizados en las juntas de las estructuras de hormigón de grande porte. Los medidores permiten medir desplazamientos diferenciales entre las estructuras.	CESP (laboratorio CESP de ingeniería civil)
Medidor de desagüe triangular	Los medidores de desagüe están ubicados en los puntos más bajos de la galería de drenaje, para medir el volumen de agua captada por la pantalla de drenaje.	
Monumentos topográficos o Marcas superficiales	Para el control de desplazamientos verticales y horizontales del macizo.	
Mini prismas	Para el control de desplazamientos verticales y horizontales del macizo.	
Medidor de nivel de agua	Para monitorear el nivel de agua y la eficiencia de la pantalla de impermeabilización.	
Acelerógrafo	Para registro de la aceleración sísmica del suelo.	

Fuente: Información de Manuales suministrados por FOUNTAIN, 2013

Tabla 9 Frecuencia de lectura de los instrumentos

EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN				
Instrumento	Nomencla - tura	Frecuencia de lecturas/etapas		
		Llenado del canal	Primer año de operación	Operación (año 2 en adelante)
Extensómetro	EMH	2 lecturas al día	2 lecturas semanal	1 lectura semanal
Piezómetro	PZ	2 lecturas al día	2 lecturas semanal	1 lectura semanal
Medidores triortogonales	MTJ	1 lectura al día	1 lectura semanal	1 lectura quincenal

Marcos Superficiales	MSU	1 lectura al día	1 lectura semanal	1 lectura quincenal
Mini Prismas	MP	1 lectura semanal	1 lectura quincenal	
PARA LA PRESA Y CANAL				
Instrumento	Nomenclatura	Primer año de operación	Del 2 hasta el 4 años de operación	Operación (año 5 en adelante)
Monumentos topográficos	MS	1 lectura semanal	1 lectura quincenal	1 lectura cuatrimestral
Piezómetros	PSP	2 lecturas semanal	1 lectura semanal	1 lectura quincenal
Medidor de nivel de agua	MN	2 lecturas semanal	1 lectura semanal	1 lectura quincenal
Medidor de aforos	MA	2 lecturas semanal	1 lectura semanal	1 lectura quincenal

Fuente: Información de documento 2555D-MA-A00-004 suministrados por FOUNTAIN, 2013

Además de las frecuencias antes descritas, FOUNTAIN intensificara 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.

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 Bajo Frío que es categoría B (Significativo) se presenta en la tabla 10. FOUNTAIN estará revisando las frecuencias de lectura de los instrumentos y realizara cambios de ser necesarios en el documento 2555D-MA-A00-004, para ajustarse a las lecturas mínimas de la ASEP. Cabe señalar que FOUNTAIN está cumpliendo con las frecuencias mínimas establecidas por la ASEP.

Para la presa Bajo Frío la lectura de los instrumentos se realizaran de manera manual, Actualmente, las frecuencias utilizadas cumpliendo con el Cuadro 2: Frecuencias Mínimas de Toma de Lecturas de los Sistemas Instrumentales, Categoría de Riesgos Significativo son:

- Las lecturas de los instrumentos en la Presa La Potra, se realizan 2 veces por semana.
- Las lecturas en el Canal y Presa Salsipuedes, se realizan 1 vez por semana.

- Las mediciones geodésicas, se realizan 1 vez al mes en Presa La Potra y Presa Salsipuedes.

Para años posteriores las frecuencias de lectura serán de acuerdo con el Cuadro 2: Frecuencias Mínimas de Toma de Lecturas de los Sistemas Instrumentales, Categoría de Riesgo Significativo.

Tabla 10 Frecuencia mínima de toma de lecturas según la ASEP

Tipo de sistema	Categoría de Riesgos en la presa: Significativo				
	Primer llenado	Año 1	Año 2	Año 3	Posterior rutinarios
Medición de instrumental Centralizado	Diaria	C / 2 días	2/Semana	Semanal	Semanal
Medición de instrumental manual	C / 2 días	Semanal	Quincenal	Quincenal	Mensual
Mediciones Geodésicas	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral
Impacciones Básicas	Diarias	Semanal	Quincenal	Quincenal	Mensual

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

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 descripción de la anomalía.

8. 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 Bajo Frío, 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 inspección rutinarios. El personal de FOUNTAIN que labora en la Central Bajo Frío inspecciona regularmente la presa y sus estructuras asociadas. Es su responsabilidad reconocer señales de peligros en desarrollo tales como los anotados en la sección 7 (Identificación de las emergencias), seguir los procedimientos de declaración y manejo de emergencias.

8.1 Tipos de Alerta

Una alerta da inicio a las operaciones para enfrentar y manejar una situación de emergencia, pueden clasificarse de acuerdo a los indicadores para cada una de las situaciones de emergencia en la presa, por tanto, la presa Bajo Frío posee alarmas sonoras y visuales en las Casas de Máquinas para dar avisos o señales cuando se requiera (situación de emergencia, aviso de operaciones, entre otros). A continuación se describen las clasificación de las Alerta en Blanca, Verde, Amarilla, Roja, según la Resolución AN 3932-ELEC del 2010.

ALERTA BLANCA: se identifica por medio de la vigilancia reforzada, las causas para declarar esta alerta es cuando se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que implica la necesidad de un manejo controlado del embalse para la evacuación de caudales, cuando se detectaron anomalías, susceptibles de comprometer la integridad de las obras en un plazo relativamente corto.

Para el caso específico de la presa Bajo Frío, la alerta blanca no aplica ya que la presa no tiene compuerta de fondo y cuando se abren las compuertas del vertedero controlado, el nivel del agua está a 245.10 msnm y a este nivel ya está saliendo agua por el vertedero libre y de darse una apertura súbitamente de las compuertas correspondería a niveles mayores de 220 msnm que es el nivel del fondo del vertedero controlado, donde esta situación ya estaría causando una alerta verde o amarilla.

ALERTA VERDE: esta alerta se declara cuando se está desarrollando un comportamiento anormal o una situación de contingencia en la presa como cuando se registran valores anormales en los instrumentos de medición de niveles y caudales, se detecte una operación defectuosa de algún dispositivo de evacuación o mala maniobra del mismo durante una situación de emergencia, aparezcan nuevas grietas, se registran deslizamientos de laderas en el embalse o en sus proximidades aguas arriba, existan desplazamientos en la presa, Aunque no se considerara para este PADE cabe mencionar las emergencias por actos de vandalismo o sabotaje, se esté frente a la ocurrencia de sismos que ocasionen daños de diversa consideración (pero acciones de respuesta pueden impedir o mitigar tales circunstancias).

Cabe mencionar que al momento de la observación de alguna de las causas anteriormente descritas y se declara esta alerta no está en peligro la presa aunque causa preocupaciones serias.

Para el caso de la presa Bajo Frío, la alerta verde se notificara cuando los caudales sean mayores de $607.40 \text{ m}^3/\text{s}$, este se da cuando el nivel del embalse está a 242.25 msnm según las modelaciones realizadas para las distintas situaciones de emergencia.

ALERTA AMARILLA: existe el peligro inminente ya que existen condiciones que hacen que la estructura sea inestable, creando una situación potencialmente peligrosa de la presa con posibilidad de falla. O bien las condiciones de operación sean tales que pueden amenazar vidas. 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 inminente: sismos; potencial deslizamiento de laderas en el embalse; principio de desarrollo de falla; anomalías detectada por los instrumentos de auscultación internos o externos; actos de vandalismos o sabotaje.

Para el caso de Bajo Frío, cuando tenga caudales mayores de $890.00 \text{ m}^3/\text{s}$, este se presenta a un nivel del embalse de 242.84 msnm o cuando existe una situación de sismos, detectándose una aceleración igual o mayor a 0.3g, en la presa se declarara la alerta amarilla.

ALERTA ROJA: rotura confirmada de la presa. Esta alerta se declara cuando la falla o el colapso parcial o total es inminente o ha ocurrido, existiendo pérdida incontrolable de agua del embalse. Se tiene que la crecida catastrófica afectará a la población de aguas abajo de la presa, la situación es extremadamente seria y debe iniciarse la evacuación.

Es un hecho incontrolable que conduce a la falla, no hay tiempo para evaluar ni controlar la situación, se interrumpe la operación ya que han ocurrido grandes daños estructurales en la presa y sus condiciones físicas se han deteriorado de modo tal que su reparación no es posible.

Para el caso de Bajo Frío, se declarara la alerta roja en situación de sismos cuando se detecte una aceleración igual o mayor a 0.4g.

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 cada una de las situaciones de emergencia en función de los resultados de las simulaciones hidrológicas e hidráulicas; y de la experiencia en su comportamiento.

8.2 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 e incluyen unidades la UTESEP y la Autoridad del Manejo del Agua. Cabe resaltar que no se presenta la notificación ni el diagrama de aviso para la alerta BLANCA (no aplica en la presa Bajo Frío).

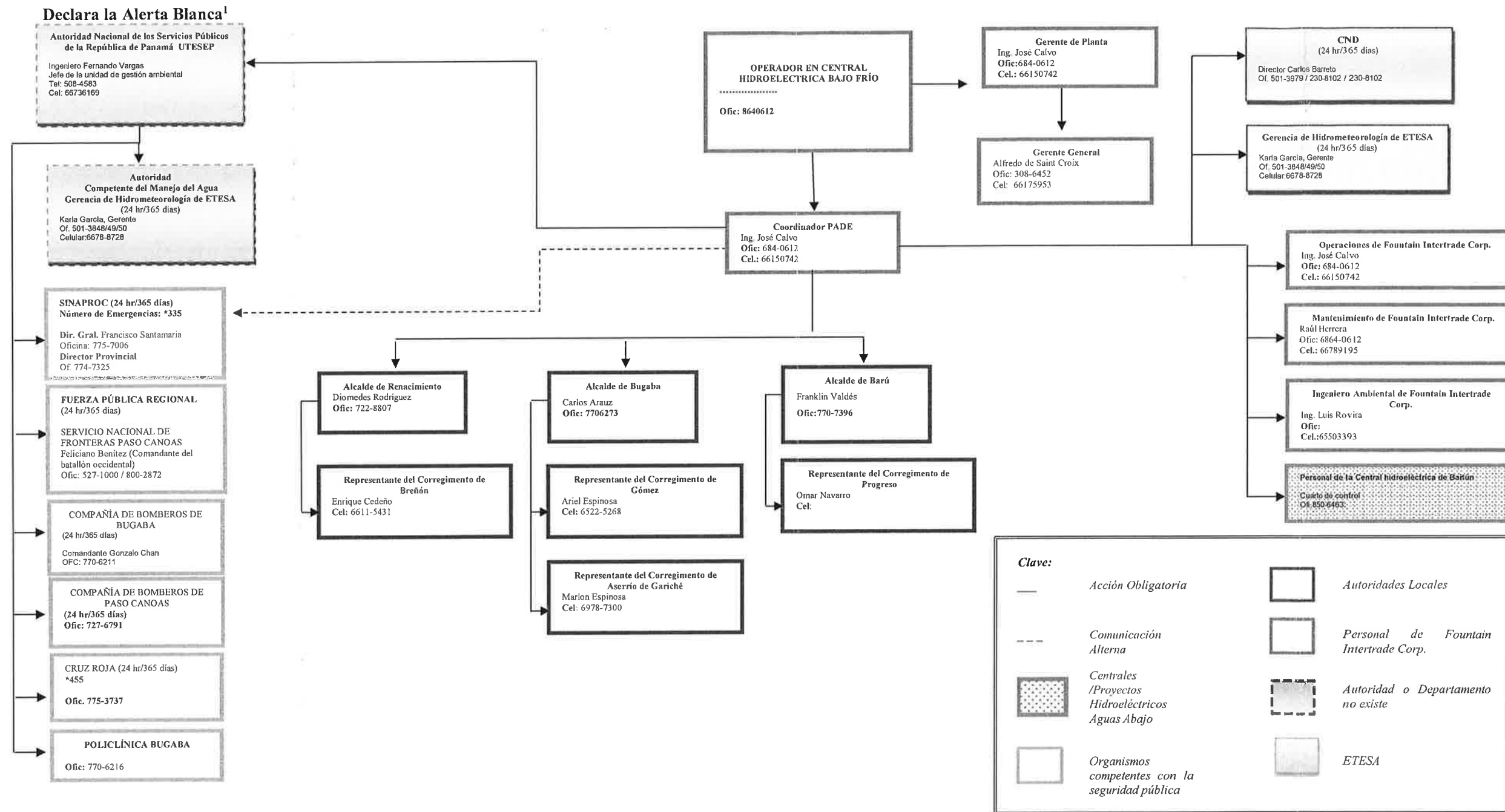
Las notificaciones y/o mensajes por alerta son los siguientes:

8.2.1 Alerta Blanca

*“Soy el Coordinador del PADE, José Calvo, por Fountain Intertrade Corp., en la Planta Bajo Frío, la cual tiene la siguiente situación de emergencia (**especificar la causa**); por lo tanto, a las (**HH:MM**) se activa la Alerta Blanca, para la presa, Bajo Frío. Repito: la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, tiene la siguiente situación de emergencia (**especificar la causa**);*

por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel de Blanca. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta.. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El coordinador del PADE puede ser contactado a los teléfonos: 66150742 y 6864-0612. Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.

Diagrama de Aviso – Alerta **BLANCA**

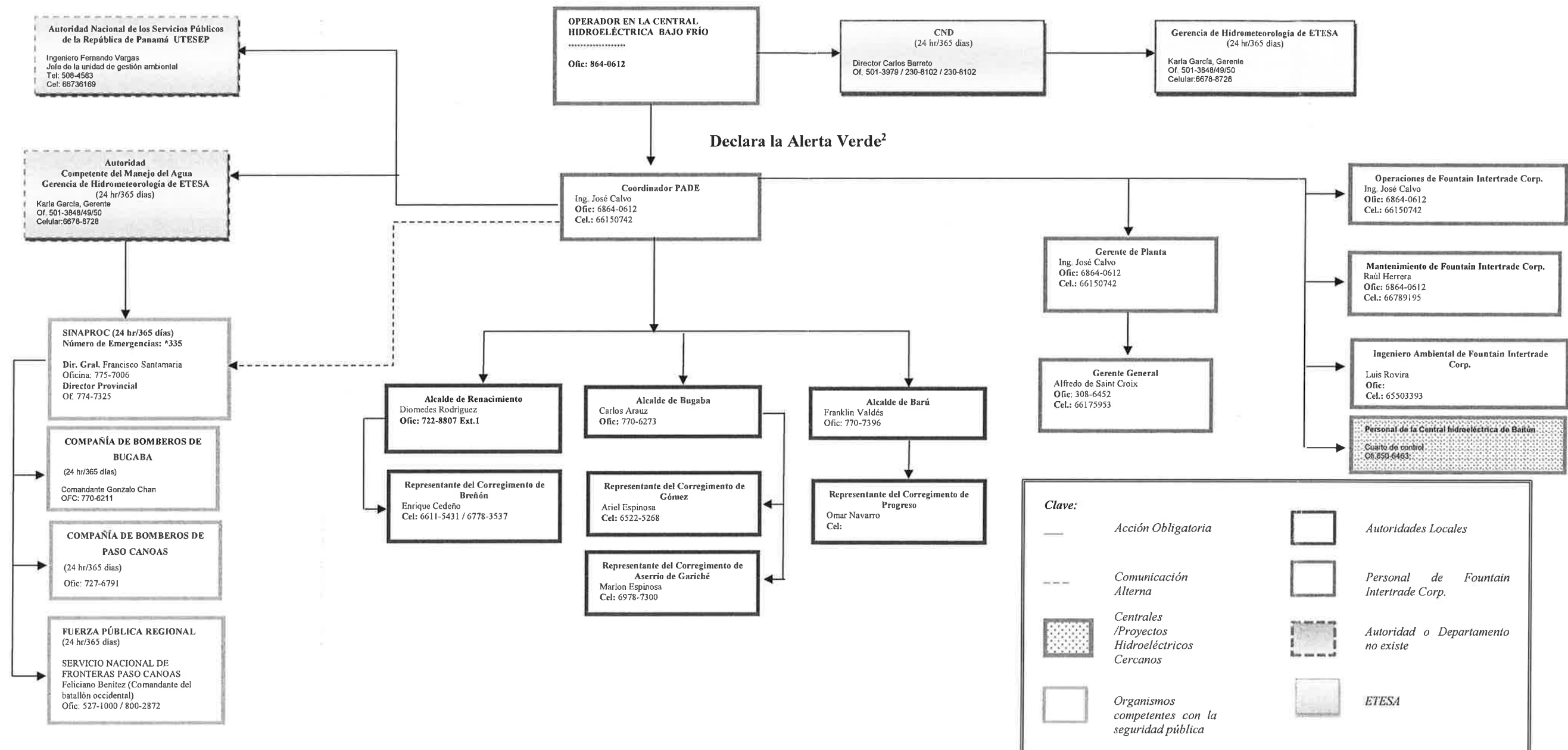


¹ Según lo establecido en el Anexo A de la Resolución AN Nº 3932-Elec del 22 de Octubre de 2010

8.2.2 Alerta Verde

“Soy el Coordinador del PADE, José Calvo, por Fountain Intertrade Corp., en la Planta Bajo Frío, 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, Bajo Frío. Repito: la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, 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 Bajo Frío. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El coordinador del PADE puede ser contactado a los teléfonos: 66150742 y 6864-0612. Por favor comuníqueme la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.

Diagrama de Aviso - Alerta VERDE



² Según lo establecido en el Anexo A de la Resolución AN N° 3932-Elec del 22 de Octubre de 2010

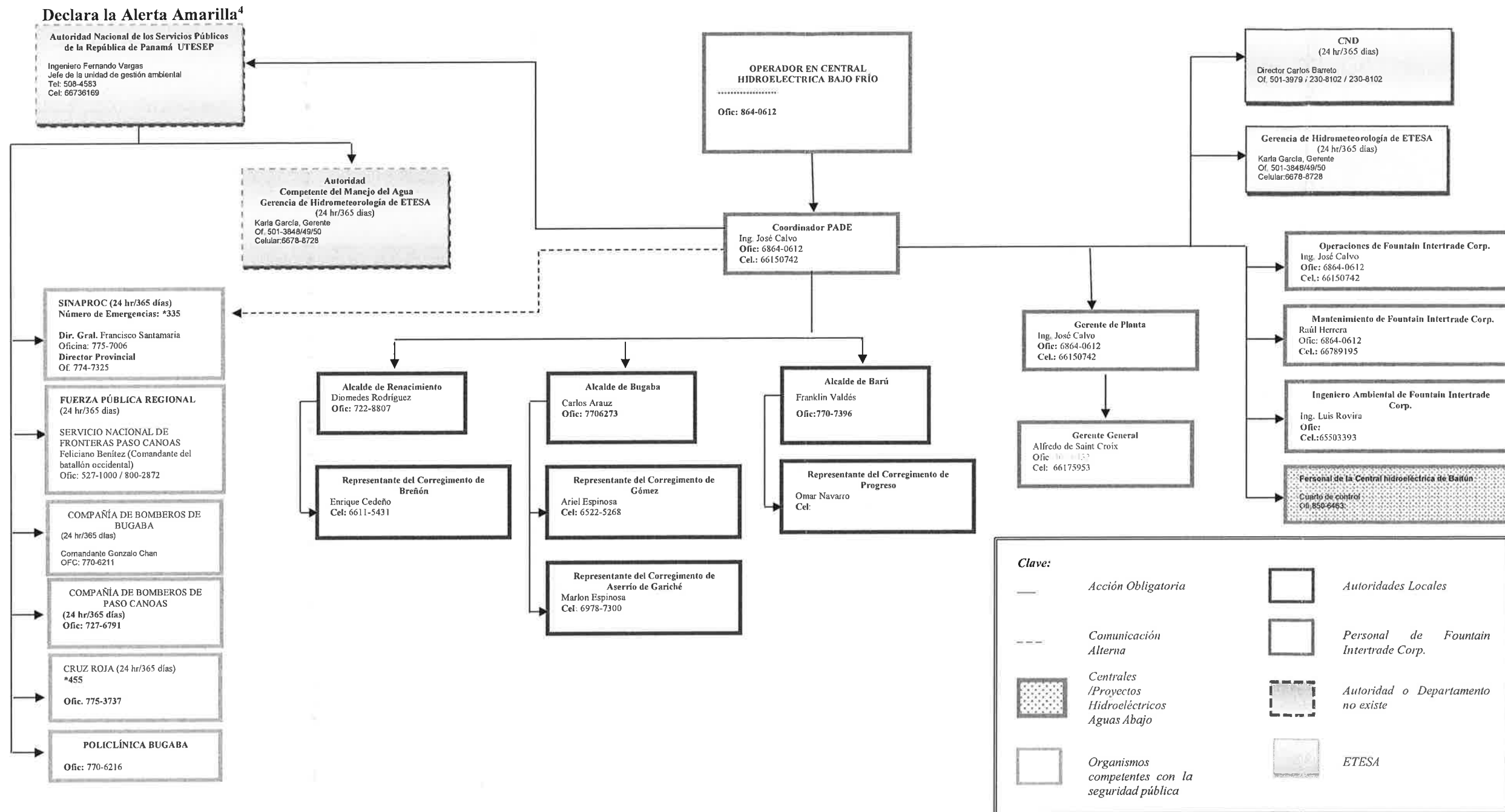
8.2.3 Alerta Amarilla

“Soy el Coordinador del PADE, José Calvo, por Fountain Intertrade Corp., de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, les notifico³ que se está presentando una situación potencialmente peligrosa (especificar la causa); en la Presa Bajo Frío. Repito: les notifico que se está presentando una situación potencialmente peligrosa (especificar la causa); en la Presa Bajo Frío. 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 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: 66150742 y 6864-0612.”

La UTESEP declarará la Alerta Amarilla de acuerdo a sus procedimientos de comunicación, según las Normas para Seguridad de Presa. De no estar en vigencia esta unidad, el coordinador del PADE declarará la Alerta Amarilla y procederá de acuerdo al diagrama de aviso correspondiente.

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

Diagrama de Aviso - Alerta AMARILLA



⁴ Según lo establecido en el Anexo A de la Resolución AN N° 3932-Elec del 22 de Octubre de 2010

8.2.4 Alerta Roja

“Soy el Coordinador del PADE, José Calvo, por Fountain Intertrade Corp., de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, les notifico⁵ que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa)⁶ que ha ocurrido en Presa Bajo Frío causando pérdidas incontrolable de agua del embalse. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa)⁶ que ha ocurrido Presa Bajo Frío con pérdidas incontrolable de agua del embalse, por favor declare la Alerta Roja y notifique a los organismo competentes en la protección pública. Por favor comuniqué 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: 66150742 y 6864-0612.”

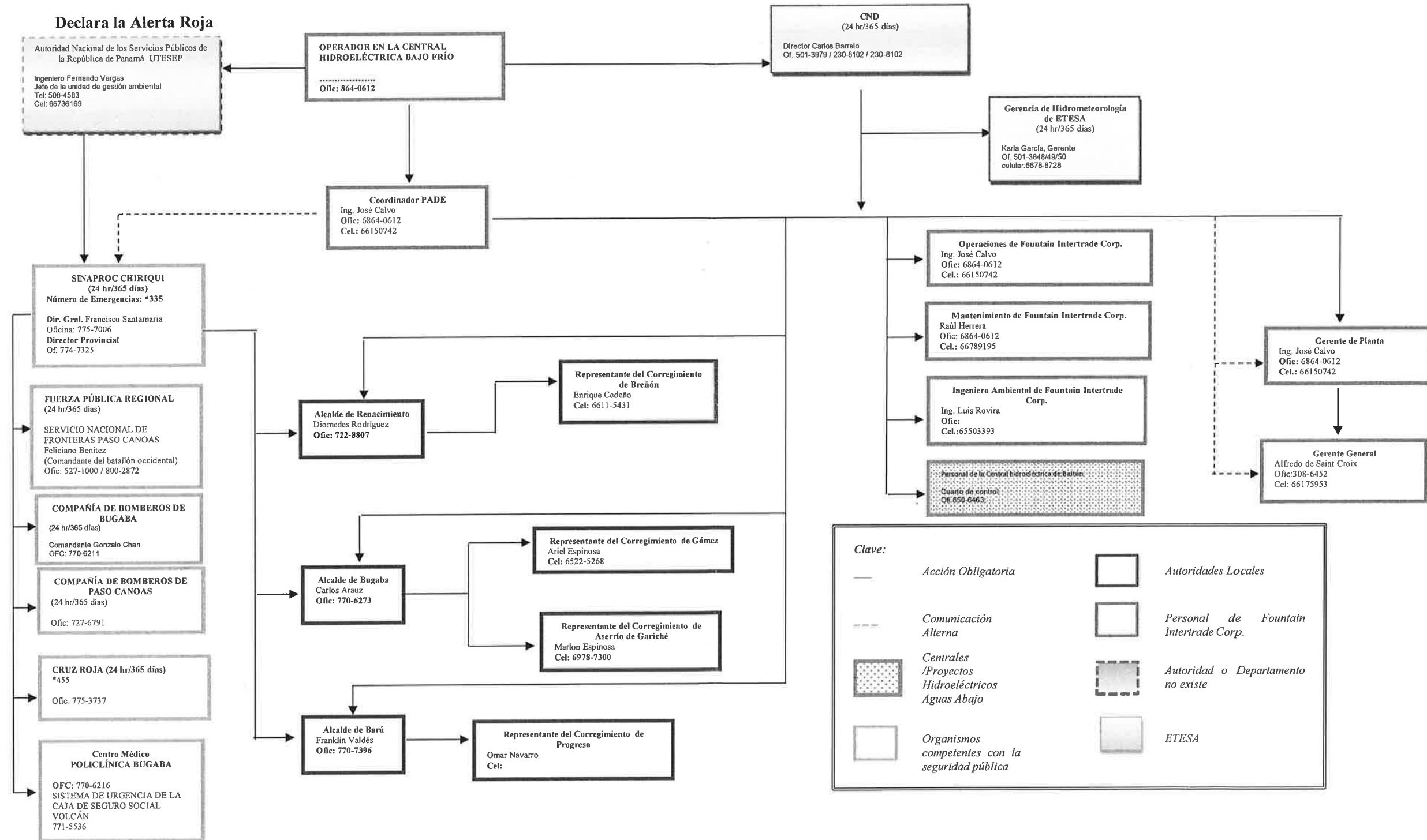
La UTESEP declarará la Alerta Roja de acuerdo a sus procedimientos de comunicación. De no estar en vigencia dicha Unidad, el coordinador del PADE declarará la Alerta Roja y procederá según el diagrama de aviso correspondiente. *Fountain Intertrade Corp.*, notificará a los pobladores del área de la situación de emergencia con el siguiente mensaje:

“Soy el Coordinador del PADE por Fountain Intertrade Corp., en la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa)⁶ que ha ocurrido en Presa Bajo Frío causando pérdidas incontrolable de agua del embalse. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa)⁶ que ha ocurrido Presa Bajo Frío con pérdidas incontrolable de agua del embalse, por favor declare la Alerta Roja y notifique a los organismo competentes en la protección pública. Por favor comuniqué 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: 66150742 y 6864-0612.”

⁵ Notificación a UTESP, ASEP según las Normas de Seguridad de Presa

⁶ La causa de esta situación de emergencia es: Falla, colapso parcial o total inminente de la presa.

Diagrama de Aviso - Alerta ROJA



Los mensajes anteriormente descritos son una guía, se debe recordar la información necesaria que el Coordinador del PADE deberá notificar, según lo señalado en el diagrama respectivo, durante el mensaje.

A continuación listamos dicha información:

- Nombre de la presa (Presa Bajo Frío).
- Situación 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 o Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa).
- 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.

9. Procedimiento para el Manejo de las Emergencias

El plan de emergencia involucra a todo el personal de la central Bajo Frío, desde los operadores hasta el personal de jerarquía superior de Fountain Intertrade Corp., incluyendo 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 Fountain 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.

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 Bajo Frío y el operador notificará al Coordinador del PADE y este a su vez notificará a los organismos competentes en la Protección Pública de acuerdo a los diagramas de notificaciones incluidos en este documento.

El Coordinador del PADE, tendrá las siguientes responsabilidades:

- Será responsable de 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 los esfuerzos durante la emergencia, organizando las labores de rescate de personas; con el personal de SINAPROC, Cuerpo de Bomberos y voluntarios.
- Dirigirá 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 a contactar si surge cualquier pregunta sobre el plan.

El Departamento de Recursos Humanos mantendrá un listado de los colaboradores con teléfonos de los familiares, tipo de sangre, alergias entre otros en caso de emergencia.

La sala de control de la Central Hidroeléctrica servirá como centro de comunicaciones durante la emergencia.

El Gerente del FOUNTAIN, designa al Coordinador del PADE, durante las emergencias, este Gerente tendrá las siguientes responsabilidades:

- Asumir la dirección y la responsabilidad de toda emergencia que requiera de la activación del Centro de Operaciones de Emergencias.
- Velar por la seguridad del personal, visitantes y terceras personas afectados por una emergencia.
- Coordinar y proveer dirección al Jefe 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.

El **Jefe de Operaciones** es el responsable de transporte y 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, tanto para el personal de la planta como para las comunidades aguas debajo de la presa y la forma 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. 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.
- 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 **Gerente General o la persona que este designe**, hablará en nombre de Fountain y del personal de operaciones de la Central.

Al definir las responsabilidades mencionadas, se entiende que las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío 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.

La Responsabilidad de la duración, seguridad, conclusión y seguimiento durante una emergencia en la Central Hidroeléctrica es del coordinador del PADE, garante de monitorear la presa durante una situación de emergencia, Fountain estará en disposición de mantener a las autoridades locales UTESEP (ASEP) 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 según lo establecido en la norma. Se usarán todos los medios de comunicación disponibles, el principal medio de comunicación será el teléfono. Dependiendo de la disponibilidad se usarán teléfonos celulares, radio e internet.

10. Situaciones de Emergencia

La preparación se inicia precisamente con la elaboración del presente documento (Planificación de Acción Durante Emergencias). Es siempre mejor invertir tiempo en la preparación y organización previas, que el improvisar ante la emergencia ya concretada.

La detección precoz 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 11, se han establecido 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 14 (Resultado de las simulaciones). Cabe resaltar que la alerta verde se da cuando los niveles alcanzan el nivel de 242.25 con un caudal de 607.4 m³/s . Esta condición de nivel y caudal se presentan para un periodo de retorno menor a 1:5 años. La alerta amarilla se debe activar a un caudal de 890.00 m³/s, que corresponde a un periodo de retorno de 1:10 años, con nivel correspondiente de 242.84 msnm y la alerta roja se debe activar cuando la presa esta en rotura inminente o ya ha colapsado. (Ver mapa #9.1 y #9.2)

Tabla 11. 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	
1:5 (Q ₅)	Verde
1:10 (Q ₁₀)	Amarilla
1:50 (Q ₅₀)	Amarilla
1:100 (Q ₁₀₀)	Amarilla
1:1000 (Q ₁₀₀₀)	Amarilla
1:10000 (Q ₁₀₀₀₀)	Amarilla
Por colapso estructural en condición de operación normal	
Caudal de Rotura de Presa (Q _b)	Roja
Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias	
1:10 + Q _b	Roja
1:50+Q _b	Roja
1:100+Q _b	Roja
1:1000+Q _b	Roja
1:10000+Q _b	Roja
Por apertura súbita de compuertas	
Qcompuerta (Vertedero controlado)	Amarilla
Por falla en la operación de las estructuras hidráulica de Descarga	
Qcompuerta (Vertedero controlado)	Amarilla
Por vaciado Controlado o Vaciado rápido a causa de un problema en la presa	
Qcompuerta (Vertedero controlado)	Amarilla

Los valores de caudales establecidos para cada alerta, se definen teniendo en cuenta las viviendas en peligro de inundaciones por crecida del río Chiriquí Viejo, deben revisarse estos valores cada 5 años.

Para cada una de estas situaciones de emergencia hay Diagramas de Avisos, de acuerdo al tipo de alerta declarado (ver sección 8.2 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 detallaran las diferentes situaciones de emergencias, describiendo los pasos a seguir según la alerta declarada.

10.1 Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias

Esta situación de emergencia se da tras la ocurrencia de descargas de las estructuras hidráulicas de evacuación, la presa Bajo Frío consta de un vertedero libre y además de un vertedero controlado y la capacidad de desalojo de este último es de 4,944 m³/s con una compuerta inoperable, para una crecida con un periodo de retorno de 1:10,000 años.

Según las simulaciones realizadas en la sección 14 (Resultados de las Simulaciones), bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias, se deben aplicar las siguientes alertas:

- **ALERTA VERDE**

Se debe activar la alerta verde al caudal 607.4 m³/s, el cual se presenta en un periodo de retorno de 1:5 años, con nivel correspondiente de 242.25 msnm.

- **ALERTA AMARILLA**

La alerta amarilla se debe activar a un caudal de 890.00 m³/s. Este caudal corresponde a un periodo de retorno menor de 1:10 años, causando inundaciones de moderadas a significativas aguas abajo de la presa Bajo Frío, con nivel correspondiente de 242.84 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 mayor a 242.25 msnm; inmediatamente informará al Coordinador del PADE dicha situación.

El **Coordinador del PADE**, declarara la alerta verde y seguirá el Diagrama de Aviso con su mensaje respectivo, mediante la sección 8.2 (Diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública, policía

nacional, la autoridad del tránsito y transporte terrestre (ATTT) ya que se debe cerrar las vías que conducen a los puentes sobre el río Chiriquí viejo (Puente Concepción-Frontera y el puente entre el límites de los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché), además el monitoreo o cierre de la carretera que comunica la comunidad de Agua Fría y Altos de Chiriquí que está cerca al río, también se le debe comunicar a los encargados de la potabilizadora de Barú ya que se ve afectada con el aumento del río debido al arrastre de sedimentos, a los responsables del proyecto hidroeléctrico Baitún.

El coordinador de PADE, solicita a Mantenimiento Civil el monitoreo continuo e inmediato de los equipos y solicita al Operador que monitoree la página web de la gerencia de Hidrometeorología de ETESA www.hidromet.com.pa los sensores de lluvia de las estaciones aguas arriba de la presa 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 según los daños y severidad reflejados en los mismos.

Gerente de Planta/Administración: Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresa (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

Jefe o supervisor 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 242.11 msnm. Se producen filtraciones, se observan nuevas grietas o aumento de las existentes, en fin si se agrava la(s) causa(s) que dan inicio a 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 8.2 (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 encargados de la potabilizadora de Barú, los responsables del proyecto hidroeléctrico Baitún, y los representantes y alcaldes de los corregimientos cercanos para brindar las ayudas necesarias.

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.

Gerente de Planta/Administración: Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresa (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

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

Si se controla la situación, se declara el cese de la alerta amarilla pasando a la alerta verde. Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

10.2 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, atentado, 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, FOUNTAIN contratará a asesores técnicos y especialistas en seguridad de presa, para las inspecciones intermedias, globales, especiales y de emergencia.

Según las simulaciones realizadas en la sección 14 (Resultados de las simulaciones), por colapso estructural en condición de operación normal, se deben aplicar la alerta roja.

- **ALERTA 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.

El procedimiento por colapso Estructural en condición de operación Normal:

El Coordinador del PADE se guiará según el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA con su mensaje respectivo, mediante la sección 8.2 (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, Servicio Nacional de Fronteras, Cruz Roja, Compañía de Bomberos de Bugaba y la Policlínica de Bugaba.

Se les notificará también a los Alcaldes de renacimiento, Bugaba y Barú; a los representantes de Breñon, Santa Cruz, Gómez, Aserrío de Gariché y progreso; se le debe avisar a los responsables del proyecto hidroeléctrico (Baitún).

Se debe evacuar a 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 Chiriquí Viejo.

Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

10.3 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, atentado, 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. Se declara la emergencia a nivel correspondiente de 245.10 msnm o por evidentes agrietamientos.

- **ALERTA 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.

El procedimiento por colapso Estructural durante crecidas extraordinarias:

El Coordinador del PADE se guiará según el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA con su mensaje respectivo, mediante la sección 8.2 (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, Servicio Nacional de Fronteras, Cruz Roja, Compañía de Bomberos de Bugaba y la Policlínica de Bugaba.

Se les notificará también a los Alcaldes de renacimiento, Bugaba y Barú; a los representantes de Breñon, Santa Cruz, Gómez, Aserrío de Gariché y progreso; se le debe avisar a los responsables del proyecto hidroeléctrico (Baitún).

Se debe evacuar a 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 Chiriquí Viejo.

Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

10.4 Por Apertura Súbita de Compuertas

Esta sección consiste en evaluar los efectos que puede originar la apertura súbita de las compuertas del vertedero controlado, ya que el proyecto hidroeléctrico Bajo Frío no consta de compuerta de fondo. Se analizará esta situación cuando la presa este a 240.00 msnm y un caudal de 925.00 m³/s, sale por las compuertas.

El procedimiento por apertura súbita de compuertas:

Cuando exista una apertura súbita, y los niveles del embalse sea mayores de 240.00 msnm (NMON); inmediatamente informara al Coordinador del PADE dicha situación.

El **Coordinador del PADE**, declarara la alerta verde y seguirá el Diagrama de Aviso con su mensaje respectivo, mediante la sección 8.2 (Diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como el SINAPROC, policía nacional, la autoridad del tránsito y transporte terrestre (ATTT) ya que se debe cerrar las vías que conducen a los puentes sobre el río Chiriquí viejo (Puente Concepción-Frontera y el puente entre el límites de los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrió de Gariché), además el monitoreo o cierre de la carretera que comunica la comunidad de Agua Fría y Altos de Chiriquí que está cerca al río, también se le debe comunicar a los encargados de la potabilizadora de Barú ya que se ve afectada con el aumento del río debido al arrastre de sedimentos, a los responsables del proyecto hidroeléctrico Baitún.

El coordinador de PADE, solicita a Mantenimiento Civil el monitoreo continuo e inmediato de los equipos y solicita al Operador que monitoree la página web de la gerencia de Hidrometeorología de ETESA www.hidromet.com.pa los sensores de lluvia de las estaciones aguas arriba de la presa 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 según los daños y severidad reflejados en los mismos.

Gerente de Planta/Administración: Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresa (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

Jefe o supervisor 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.

Finalmente, el Coordinador del PADE después de controlada la situación, determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

10.5 Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga

Esta condición se considera que es igual a la situación de Apertura Súbita de Compuertas ya que la presa Bajo Frío no cuenta con compuerta de fondo, se trabajara con las compuertas del vertedero controlado.

El procedimiento por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga: Cuando se detecte una falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga, y el niveles del embalse sea 240.00 msnm (NMON); inmediatamente informara al Coordinador del PADE dicha situación.

El **Coordinador del PADE**, declarara la alerta verde y seguirá el Diagrama de Aviso con su mensaje respectivo, mediante la sección 8.2 (Diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como el SINAPROC, policía nacional, la autoridad del tránsito y transporte terrestre (ATTT) ya que se debe cerrar las vías que conducen a los puentes sobre el río Chiriquí viejo (Puente Concepción-Frontera y el puente entre el límites de los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché), además el monitoreo o cierre de la carretera que comunica la comunidad de Agua Fría y Altos de Chiriquí que está cerca al río, también se le debe comunicar a los encargados de la potabilizadora de Barú ya que se ve afectada con el aumento del río debido al arrastre de sedimentos, a los responsables del proyecto hidroeléctrico Baitún.

El coordinador de PADE, solicita a Mantenimiento Civil el monitoreo continuo e inmediato de los equipos y solicita al Operador que monitoree la página web de la gerencia de Hidrometeorología de ETESA www.hidromet.com.pa los sensores de lluvia de las estaciones aguas arriba de la presa 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 según los daños y severidad reflejados en los mismos.

Gerente de Planta/Administración: Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresa (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

Jefe o supervisor 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.

Finalmente, el Coordinador del PADE después de controlada la situación, determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

10.6 Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa

El escenario de vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa es, según las Normas para la Seguridad de Presas, generado por: incumplimiento de las condiciones de seguridad; por causas potenciales asociados a valores anormales en los instrumentos de auscultación, aparición de grietas o desplazamiento en la presa.

En este sentido, para garantizar la seguridad de la presa, es necesario que se genere la apertura de las compuertas para aliviar la presión que genere la columna de agua. Por lo tanto, como la presa Bajo Frío no tiene compuerta de fondo, se trabajara con las compuertas del vertedero controlado y esta debe hacerse en forma controlada, de modo de dar tiempo a los organismos competentes seguridad pública para poner a buen resguardo a los habitantes de las comunidades localizadas en el área de influencia aguas abajo de la presa.

El procedimiento por vaciado controlado o vaciado rápido:

Cuando se realice un vaciado controlado o vaciado rápido, y el nivel del embalse sea 240.00 msnm (NMON); inmediatamente informara al Coordinador del PADE dicha situación.

El **Coordinador del PADE**, declarara la alerta verde y seguirá el Diagrama de Aviso con su mensaje respectivo, mediante la sección 8.2 (Diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como el SINAPROC, policía nacional, la autoridad del tránsito y transporte terrestre (ATTT) ya que se debe cerrar las vías que conducen a los puentes sobre el río Chiriquí viejo (Puente Concepción-Frontera y el puente entre el límites de los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché), además el monitoreo o cierre de la carretera que comunica la comunidad de Agua Fría y Altos de Chiriquí que está cerca al río, también se le debe comunicar a los encargados de la potabilizadora de Barú ya que se ve afectada con el aumento del río debido al arrastre de sedimentos, a los responsables del proyecto hidroeléctrico Baitún.

El coordinador de PADE, solicita a Mantenimiento Civil el monitoreo continuo e inmediato de los equipos y solicita al Operador que monitoree la página web de la gerencia de Hidrometeorología de ETESA www.hidromet.com.pa los sensores de lluvia de las estaciones aguas arriba de la presa 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 según los daños y severidad reflejados en los mismos.

Gerente de Planta/Administración: Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresa (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

Jefe o supervisor 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.

Finalmente, el Coordinador del PADE después de controlada la situación, determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

11. Estudio de afectación de ribera de embalse y valle

El estudio de afectación de ribera de embalse y valle de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío 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 FOUNTAIN, la obtenida de las visitas de campos del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío 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 12 analizan las posibles afectaciones de los escenarios según norma:

Tabla 12. 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 Bajo Frío, dada la fuerza de la corriente, en las riberas aguas abajo de la presa, las afectaciones serán de tipo ecológica dado que se prevé pérdida de cobertura vegetal del bosque de galería. Así como la fauna asociado a estos ecosistemas.
Por remanso hidráulico.	Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinaria	No es aplicable, la presa Bajo Frío consta de un vertedero libre y además de un vertedero controlado y la capacidad de desalojo de este último es de 4,944 m ³ /s con una compuerta inoperable.
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>	El uso de estructuras de evacuación, como la presa bajo frío no consta de compuerta de fondo, se utilizara el vertedero controlado de la presa Bajo Frío, producirá afectaciones especialmente por el cambio del régimen del caudal en ese instante y se provocará arrastre y pérdida de material en las riveras del Río Chiriquí Viejo.

Escenarios de afectaciones	Escenarios de emergencias en evaluación	Descripción de las posibles afectaciones de riberas de embalse y valles
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>	<p>No se prevé modificaciones o cambios de uso de las funciones de la Presa de Bajo Frío a corto plazo.</p> <p>La única variación que se prevé en la presa es en los períodos de estación seca, donde se reduce al NmiON o al NmiOE; y en la estación lluviosa, donde el uso del vertedero libre es mayor por aumentos de los caudales de aporte que ingresan al embalse.</p>
Por transporte de sedimento	Todos los escenarios de emergencias generan transporte de sedimento	<p>El transporte de sedimento aguas abajo de la Presa Bajo Frío 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 Chiriquí Viejo, alterando la geomorfología del cauce y sus respectivos hábitats.</p>
Por inundación súbita		<p>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.</p>

Para establecer el modelo de simulación hidráulica del comportamiento del río Chiriquí Viejo, se utilizó el paquete informático HEC-RAS versión 4.1.0 de julio de 2010 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 Chiriquí Viejo, el estudio se inició en las coordenadas 950304.424 Norte y 303464.525 Este (estación 12k + 400 Presa Bajo Frío), y finalizando en las coordenadas 942199.68 Norte y 298631.782 Este (estación 0k + 000, ubicada aguas abajo de la presa después del puente de Paso Canoas).

El modelo HEC-Ras cual 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 del mismo (proyección central). Por ello podríamos considerar a la Fotogrametría, como una herramienta tecnológica en la que se apoya la Agrimensura. Para el proyecto de Bajo Frío 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, a cada 200 metros aproximadamente, por lo cual se hicieron 67 secciones a lo largo del cauce. Adicionalmente en el modelo HEC-RAS se realizó una interpolación entre dichas secciones para tener una distancia mínima entre ellas de 100 metros completando una longitud aproximada de 12.800 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 Bajo Frío, 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. Para los bancos de inundación se puede usar valores n entre 0.044 y 0.118, 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 la figura 8 se muestran las secciones transversales utilizadas en modelo de HEC-Ras y el área que abarca el proyecto, para más detalle ver Mapa # 2.1 y 2.2.

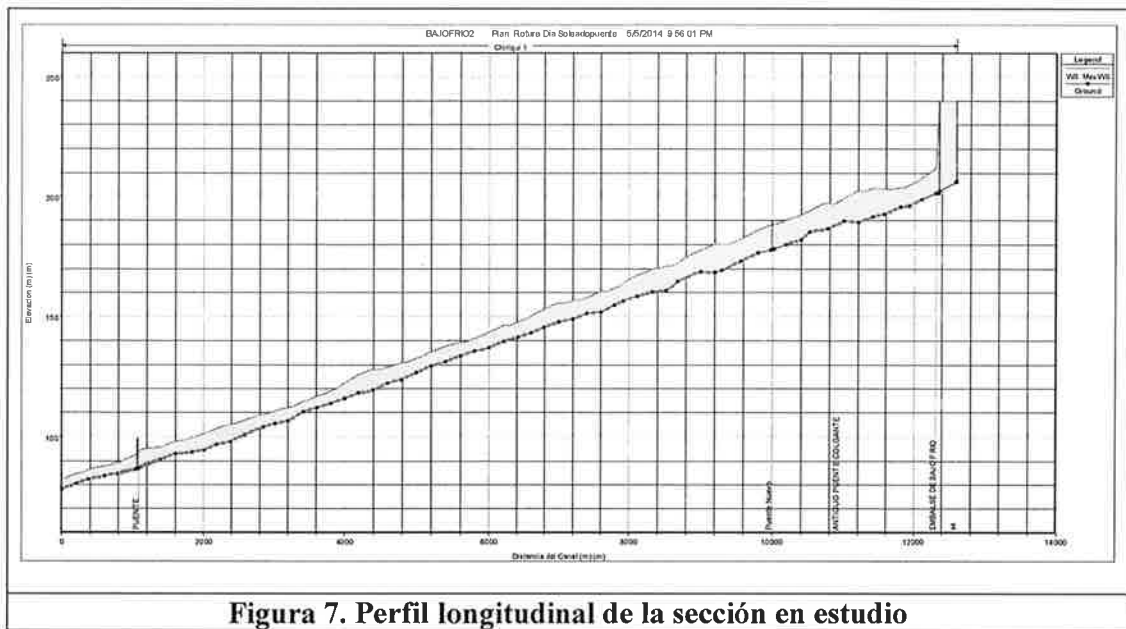


Figura 7. Perfil longitudinal de la sección en estudio

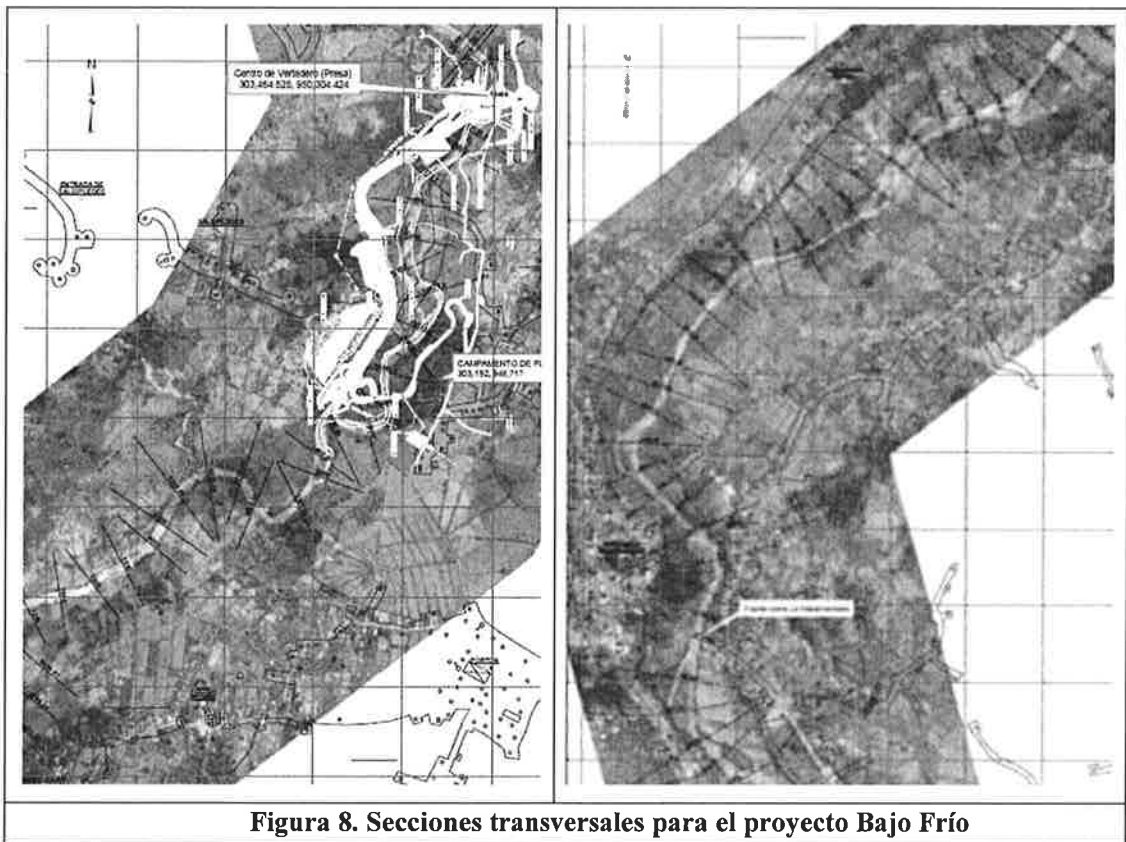


Figura 8. Secciones transversales para el proyecto Bajo Frío

Otras características hidráulica necesarias para el análisis son la pendiente en el tramo del cauce analizado las cuales fueron generadas por medio del modelo hidráulico HEC-RAS y se muestran los resultados en Tabla 13.

Tabla 13. Pendientes del cauce

Estación	Pendiente	Estación	Pendiente	Estación	Pendiente	Estación	Pendiente
12800	0.000012	10391.31	0.003069	6798.24	0.012863	3.214.854	0.002055
12777.5	0.000008	10200	0.003215	6613.88	0.019438	3044.02	0.000761
12732.73	0.000007	10000	0.002427	6411.55	0.003174	2.786.368	0.005328
12704.37	0.004591	9.755.075	0.045153	6.195.556	0.011985	2.581.726	0.028843
12600	0.012555	9.492.217	0.002597	5997.89	0.020982	2.392.118	0.005242
12400	0.008859	9400	0.002048	5.800.268	0.002307	2.209.868	0.002711
12133.5	0.003535	9200	0.012783	5.597.101	0.004544	2.037.255	0.020872
12000	0.003291	8.880.006	0.004216	5.402.612	0.013747	1800	0.008261
11771.73	0.001259	8.719.345	0.003876	5.200.173	0.004531	1.578.739	0.007302
11600	0.000387	8.523.563	0.002623	4.993.876	0.004099	1.366.475	0.012839
11400	0.000928	8.316.683	0.011726	4.797.553	0.007078	1.189.333	0.006168
11200	0.01274	8.128.005	0.016676	4.593.321	0.003151	986.907	0.002672
11143.8	0.024868	8000	0.029047	4.390.794	0.011538	7.981.719	0.004444
11115.7	0.034158	7800	0.00378	4.198.404	0.015677	5.699.797	0.006499
11087.6	0.038011	7600	0.011551	4.002.698	0.04314	402.18	0.003805
10975.24	0.001461	7400	0.003073	3.806.877	0.010742	2.000.001	0.022375
10715.24	0.012111	7200	0.00288	3.613.423	0.009194		
10600	0.003682	6.985.918	0.009338	3.393.851	0.003004		

Fuente: Consultoría, Estudios y Diseños, S.A, 2014

Crecidas Máximas de Caudales

Para los caudales de crecidas máximas con diferentes periodos de retornos de la Central Hidroeléctrica, se utilizó los datos suministrados por la empresa Fountain Intertrade Corp. En el documento 2555D-CD-G00-003 Rev.0, Criterios de diseño civil hidrología e hidráulica. En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se presentan los caudales de crecidas máximas para diferentes periodos de retornos.

Tabla 14. Crecidas máximas

Periodo de Retorno en Años	Caudal m ³ /s
2	488
5	607.4
10	890
20	1060
50	1272
100	1458
1,000	2094
10,000	2809
CMP	4944

Fuente: 2555D-CD-G00-003Rev.0 Abril 2012; Criterios de Diseño Civil Hidrología e hidráulica (Fountain Intertrade Corp.)

Cálculo de Hidrogramas de Crecidas Máximas

Para calcular el hidrograma de los caudales máximos obtenidos, se utilizó el hidrograma Triangular basado en la pendiente de la cuenca, longitud del cauce al sitio de estudio, tiempo de concentración. En la Tabla 15 se muestran los coeficientes del hidrograma adimensional obtenido para el río Chiriquí viejo hasta el sitio de la presa.

Tabla 15. Hidrograma de Crecidas Adimensional Río Chiriquí Viejo

T/Tp	Q / Qp
0.0	0.00
0.1	0.015
0.2	0.075
0.3	0.160
0.4	0.280
0.5	0.430
0.6	0.600
0.7	0.770
0.8	0.890
0.9	0.970
1.0	1.000
1.1	0.980
1.2	0.920
1.3	0.840
1.4	0.750
1.5	0.650
1.6	0.570
1.8	0.430
2.0	0.320
2.2	0.240
2.4	0.180
2.6	0.130
2.8	0.098
3.0	0.075
3.5	0.036
4.0	0.018
4.5	0.009
5.0	0.004

Fuente: Resultados de Modelación Hidráulica. CEDSA 2014.

Para cada uno de los periodos de retornos y caudales máximos que se presentan en la Tabla 15 se calcularon los hidrogramas correspondientes, multiplicando los coeficientes de la Tabla 16 por el caudal máximo correspondiente. En la Tabla 17 se muestra que la hora de ocurrencia de Caudal Máximo es a las 6.78 horas y en la figura 9 se presenta el hidrograma de crecida obtenido para la condición más favorable.

Tabla 16 Hidrograma de Crecida Máxima. Sitio de Presa sobre el Rio Chiriquí Viejo

T (hrs)	Periodos de Retorno										
	1.005	1.05	1.25	2	5	10	20	50	100	1000	10000
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.68	1.988215	2.98232	4.241526	6.0972	8.7481	10.6038	12.4595	14.8453	16.7673	23.395	30.486
1.36	9.941077	14.9116	21.20763	30.486	43.741	53.0191	62.2974	74.2267	83.8364	116.97	152.43
2.04	21.20763	31.8114	45.24295	65.037	93.314	113.107	132.901	158.35	178.851	249.54	325.184
2.71	37.11335	55.67	79.17516	113.81	163.3	197.938	232.577	277.113	312.989	436.7	569.071
3.39	56.99551	85.4933	121.5904	174.79	250.78	303.976	357.172	425.566	480.662	670.65	873.931
4.07	79.52862	119.293	169.661	243.89	349.93	424.153	498.379	593.814	670.691	935.79	1219.44
4.75	102.0617	153.093	217.7317	312.99	449.07	544.329	639.587	762.061	860.721	1200.9	1564.95
5.43	117.9674	176.951	251.6639	361.77	519.06	629.16	739.263	880.824	994.859	1388.1	1808.83
6.11	128.5713	192.857	274.2854	394.29	565.71	685.713	805.713	959.999	1084.28	1512.9	1971.43
6.78	132.5477	198.822	282.7684	406.48	583.21	706.921	830.632	989.689	1117.82	1559.6	2032.4
7.46	129.8967	194.845	277.113	398.35	571.55	692.783	814.02	969.896	1095.46	1528.5	1991.75
8.14	121.9439	182.916	260.1469	373.96	536.55	650.367	764.182	910.514	1028.39	1434.9	1869.81
8.82	111.3401	167.01	237.5255	341.44	489.9	593.814	697.731	831.339	938.968	1310.1	1707.21
9.50	99.41077	149.116	212.0763	304.86	437.41	530.191	622.974	742.267	838.364	1169.7	1524.3
10.18	86.156	129.234	183.7995	264.21	379.09	459.499	539.911	643.298	726.582	1013.8	1321.06
10.85	75.55219	113.328	161.178	231.69	332.43	402.945	473.46	564.123	637.157	889.0	1158.47
12.21	56.99551	85.4933	121.5904	174.79	250.78	303.976	357.172	425.566	480.662	670.65	873.931
13.57	42.41526	63.6229	90.48589	130.07	186.63	226.215	265.802	316.701	357.702	499.09	650.367
14.92	31.81145	47.7172	67.86442	97.555	139.97	169.661	199.352	237.525	268.277	374.31	487.776
16.28	23.85858	35.7879	50.89831	73.166	104.98	127.246	149.514	178.144	201.207	280.74	365.832
17.64	17.2312	25.8468	36.75989	52.842	75.817	91.8997	107.982	128.66	145.316	202.75	264.212
18.99	12.98967	19.4845	27.7113	39.835	57.155	69.2783	81.402	96.9896	109.546	152.85	199.175
20.35	9.941077	14.9116	21.20763	30.486	43.741	53.0191	62.2974	74.2267	83.8364	116.97	152.43
23.74	4.771717	7.15758	10.17966	14.633	20.996	25.4492	29.9028	35.6288	40.2415	56.147	73.1663
27.13	2.385858	3.57879	5.089831	7.3166	10.498	12.7246	14.9514	17.8144	20.1207	28.074	36.5832
30.53	1.192929	1.78939	2.544916	3.6583	5.2489	6.36229	7.47569	8.90721	10.0604	14.037	18.2916
33.92	0.530191	0.79529	1.131074	1.6259	2.3328	2.82768	3.32253	3.95876	4.47128	6.2386	8.12959

Fuente. Resultados de Modelación Hidráulica. CEDSA 2014.

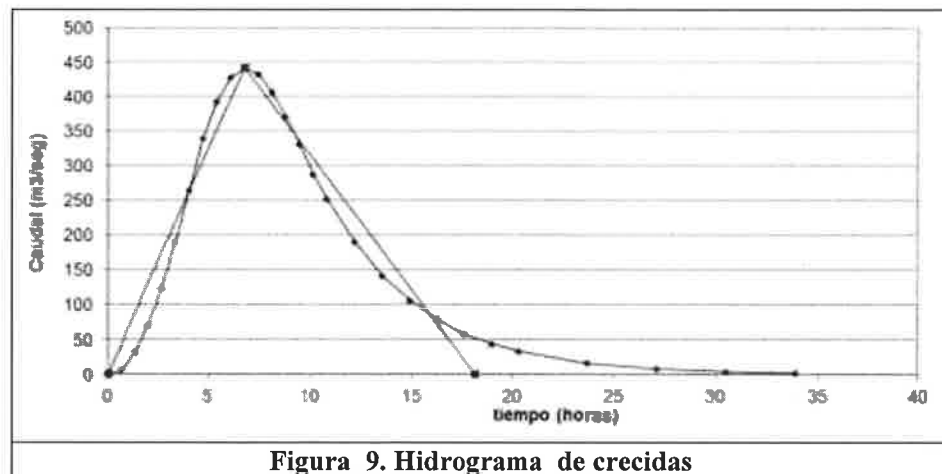


Figura 9. Hidrograma de crecidas

Estudio de la Falla de una Presa

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.

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 Bajo Frío 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.

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, Ko. 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 la Tabla 17 se presenta los parámetros y resultados obtenidos con dicho método.

Tabla 17. Cálculo de Parámetros de Brecha de Acuerdo al Método de Froehlich (2008)

Parámetros	NMON	CMP	Unidad
Elevación del agua sobre la elevación base de la brecha (Hw)	35	42	Metros
Volumen del agua almacenada en el embalse en el momento de la falla (Vw)	7,497,000	13,000,000	metros cúbicos
Área de superficie del embalse a Hw (As)	511,862.77	750,000	Metros cuadrados
Altura de la brecha desde la cresta de la presa hasta la elevación base de la brecha (Hb)	35	42	Metros
Factor del modo de falló (Ko)	1.3	1.3	
Relación H-V en la brecha (Zb)	1	1	Z(H):1(V)
Clase de tamaño de la presa	Larga	Larga	Se asume embalse lleno al momento de la brecha
Características de la brecha calculada:			
Parámetros	Valor	Valor	Unidad
Ancho de la brecha promedio (Bavg)	64.15	77.04	Metros
Ancho del fondo de la brecha (Bb)	29.15	35.04	Metros
Tiempo de formación de la brecha (Tf)	0.44	0.48	Horas (26.4 min)
Intensidad guardada (SI)	214,200.00	309,523.81	metros cúbicos entre metro
Pico de la brecha de descarga (Qp)	5,320.16	7,845.69	metro cubico por segundo
Verificación de resultados			
Ancho promedio de la brecha dividido por la altura de la brecha (Bavg/Hb)=	1.83	1.83	Si (Bavg/Hb)>0.6, Desarrollo de la brecha completa esta anticipado
Velocidad de erosión (ER), Calculado como (Bavg/Tf)=	145.80	160.50	m/h
Velocidad de erosión (ER) dividido entre la altura del agua sobre la base de la brecha (ER/Hw)=	4.17	3.82	Si 1.6<(ER/Hw)<21, La velocidad de erosión asumida es razonable

Como resultado según el método de Froehlich, obtenemos que el caudal de rotura de presa es 5,320.16 m³/s. utilizando las fórmulas que se presentan a continuación, con parámetros de Froehlich 2008. Además se calculó el caudal de rotura de presa al momento de tener el nivel del embalse en CMP y nos resultó un valor de 7,845.69 m³/s.

$$B_{avg} = 0.27 * K_o * V_w^{0.32} * H_b^{0.04}$$

$$B_b = B_{avg} - H_b \quad \text{para } B_{avg} - (H_b * Z_b) > 0$$

$$T_f = 63.2 * (V_w / (g * H_b^2))^{0.5}$$

$$S_I = V_w / H_w$$

$$Q_p = 0.607 V_w^{0.295} H_w^{1.24}$$

Clase de tamaño de presa:

$H_w > 49.99$ y $V_w > 3999.9$ se clasifica como larga o agranda.

$H_w > 19.99$ y $V_w > 99.99$ se clasifica como mediana o pequeña.

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

B_{avg}= Ancho de la brecha promedio (m)

K_o: constante

1.3 para falla por desbordamiento

1.0 para otro tipo de falla

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

H_b: Altura de la brecha (m)

B_b= Ancho del fondo de la brecha (m)

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

T_f= Tiempo de formación de la brecha (Segundos)

g: aceleración gravitacional (9.80665 m/s²)

S_I=Intensidad guardada (m³/m)

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

S_a= Área de superficie del embalse a H_w (m²)

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

Resultados de las Simulaciones

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 245.10 msnm.
- **Escenario No.2:** Colapso estructural en operación normal (NMON), esta condición se da cuando el embalse se encuentra en la elevación 240.00 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 245.10 msnm y se produce la rotura de la presa.
- **Escenario No.4:** Por apertura súbita de compuerta, por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga y por vaciado controlado o vaciado rápido a

causa de un problema en la presa, se da cuando el embalse se encuentra en la elevación 240.00 msnm y se produce la falla o apertura de las compuertas del vertedero controlado hasta un nivel de 220.00 msnm ya que no se tiene compuerta para descarga de fondo.

En la tabla 19 se muestran los caudales máximos resultantes para los diferentes periodos de retornos, según la situación de emergencia que se presente.

Tabla 18. Caudal para los diferentes periodos de retornos según situación de emergencia.

Escenario	Presa Bajo Frío Q en m ³ /s
Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias	
1:5 (Q ₅)	607.4
1:10 (Q ₁₀)	890
1:50 (Q ₅₀)	1272
1:100 (Q ₁₀₀)	1458
1:1000 (Q ₁₀₀₀)	2094
1:10000 (Q ₁₀₀₀₀)	2809
Por colapso estructural en condición de operación normal	
Caudal de rotura de presa (Q _b) condición de operación normal	5,320.16
Caudal de rotura de presa (Q _{cmp}) condición de CMP	7,845.69
Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias	
1:10 + Q _b	6210.16
1:10 + Q _{cmp}	8735.69
1:50+Q _b	6592.16
1:50 + Q _{cmp}	9117.69
1:100+Q _b	6778.16
1:100 + Q _{cmp}	9303.69
1:1000+Q _b	7414.16
1:1000+ Q _{cmp}	9939.69
1:10000+Q _b	8129.16
1:10000+ Q _{cmp}	10654.69
Por apertura súbita de compuertas	
Qcompuerta (Descarga de Fondo)	925.00
Por falla en la operación de las estructuras hidráulica de Descarga	
Qcompuerta (Descarga de Fondo)	925.00
Por vaciado Controlado o Vaciado rápido a causa de un problema en la presa	
Qcompuerta (Descarga de Fondo)	925.00

Para los últimos tres (3) escenarios, el caudal que se utiliza se obtiene de la curva de descarga del vertedero controlado, que presenta en las reglas de operación de los vertederos documento 2555G-MA-A00-001 R01, entregado por Fountain Intertrade Corp.

Se utiliza esta curva, ya que para los escenarios de emergencias por apertura súbita de compuertas, por falla en la operación de las estructuras hidráulicas de descargas o por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa, se da o se debe realizar mediante las compuertas del vertedero de fondo. Cabe señalar que la Central Hidroeléctrica Bajo Frío no consta de estructuras o compuertas de fondo.

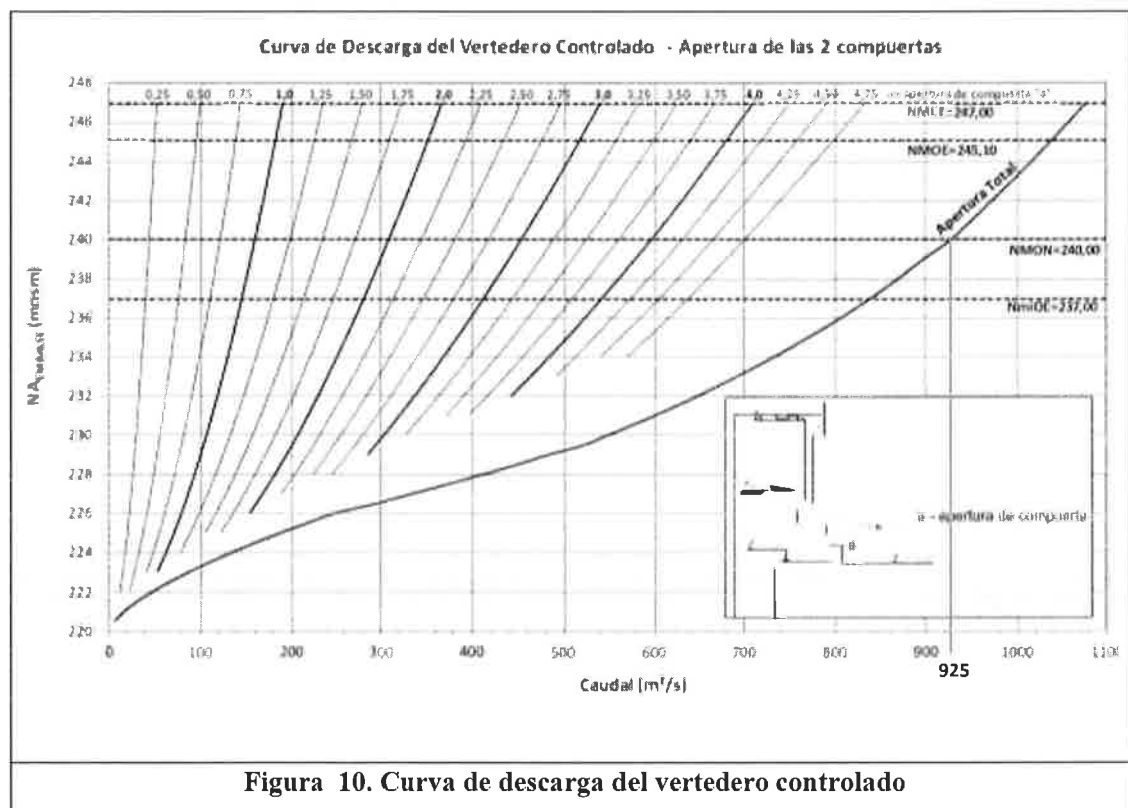


Figura 10. Curva de descarga del vertedero controlado

Cuando el nivel del agua está a 240 msnm, Nivel máximo en operación normal (NMON) y las compuertas en apertura total el caudal de descarga en el vertedero es de 925 m³/s.

Para el **escenario No.1** se presenta a continuación los resultados del modelo HEC-RAS, con caudal pico de 2890. 16 m³/s en la Figura 11 se presenta el hidrograma de salida o crecida, en anexos mapa # 4.1 y #4.2 se puede observar hasta donde abarca la planicie de inundación de este escenario.

Las simulaciones se realizaron para los diferentes periodos de retorno 1:10, 1:50, 1:100, 1:1000 y 1:10000. En la Tabla 20 se presentan los resultados para el período de retorno de 1:10000 por ser este el escenario más crítico, para ver los resultados de los otros periodos de retorno ver anexos en la sección de simulaciones.

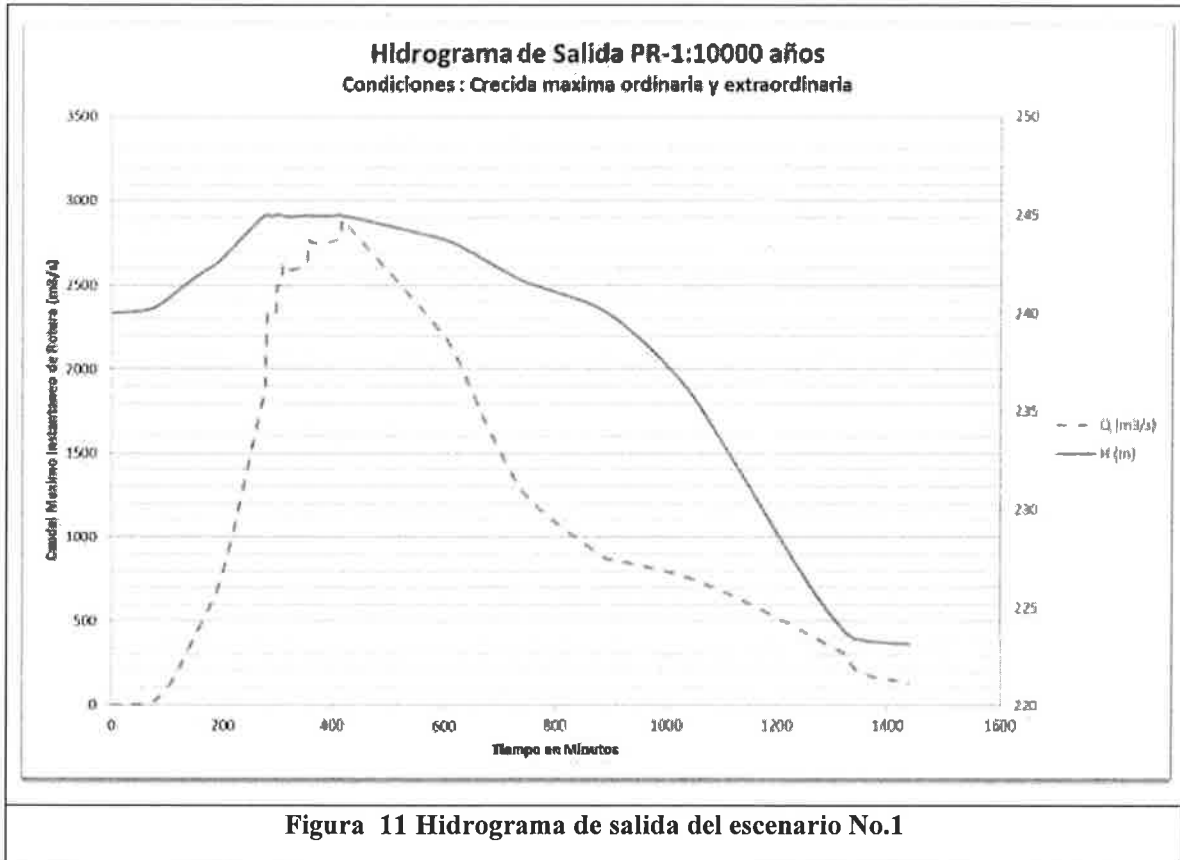


Tabla 19. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.

Periodo de retorno 1:10000 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de rio	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	2186.05	206.25	245.03	0.34	292.2
12790.00	2185.98	206.08	245.03	0.34	295.1
12558.00	2176.52	202.2	245.01	0.65	298.2
12400	Estructura de la Presa				
	2890.16	201.58	209.01	7.57	97.88
12303.00	2985.96	198.88	205.41	9.34	95.42
12133.50	2982.76	196.28	202.53	5.9	143.19
12000.00	2979.89	195.65	201.28	5.76	169.08
11771.73	2966.66	192.62	200.34	4.39	178.2
11600.00	2966.41	191.68	200.38	3.1	293.75
11400.00	2966.28	189.28	199.69	3.22	145.07
11200.00	2966.17	189.79	197.07	8.77	78.24
10975.24	2965.35	186.67	194.62	3.07	166.92
10715.24	2964.83	185.29	191.97	7.58	97.19
10600.00	2964.53	182.07	190.11	7.21	96.2
10391.31	2964.34	180.12	187.54	6.39	100.18
10221.00	2963.72	178.18	186.12	6	109.48
10200.00	2963.71	177.94	186.28	5.48	118.02
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	2963.7	177.89	186.09	5.67	116.12
10171.40	2963.69	177.75	185.75	5.92	111.07
10000.00	2963.55	176.58	183.86	6.85	110.82
9755.08	2963.02	172.96	179.9	6.33	107.27
9492.22	2962.15	169.33	177.62	4.35	133.33
9400.00	2962.06	168.27	177.52	3.85	128.74
9200.00	2961.92	168.74	175.61	7.01	93.88
8880.01	2961.42	164.75	170.61	7.4	107.38
8719.35	2961.97	160.75	169.01	3.87	165.33
8523.56	2942.19	160.2	167.83	5.5	207.83
8316.68	2960.81	158.64	165.19	7.36	106.33
8128.01	2960.72	156.44	162.26	7.75	116.57
8000.00	2960.61	154.7	160.11	6.76	183.12
7800.00	2960.02	151.8	158.6	4.76	232.77
7600.00	2959.48	151.16	156.48	6.76	181.91
7400.00	2958.90	149.05	154.94	4.66	234.16
7200.00	2958.63	147.93	153.86	3.07	207.28
6985.92	2958.13	145.42	151.53	5.93	176.72
6798.24	2957.98	143.17	148.77	6.8	157.38
6613.88	2957.66	141.35	146.41	5.44	229
6411.55	2956.98	139.57	145.02	3.99	334.88

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
6195.56	2956.75	137.02	142.44	5.23	219.58
5997.89	2956.37	135.56	139.82	5.11	286.99
5800.27	2955.85	133.73	137.88	3.25	324.86
5597.10	2955.53	131.32	136.32	3.82	229.79
5402.61	2955.20	129.7	134.2	5.68	164.5
5200.17	2955.07	126.65	131.43	4.72	186.86
4993.88	2954.68	123.85	129.26	4.16	181
4797.55	2954.42	122.44	127.41	5	165
4593.32	2953.94	119.41	126.56	3.85	158.75
4390.79	2953.75	118.12	124.43	6.09	125.25
4198.40	2953.56	116	121.16	7.19	130.14
4002.70	2953.40	113.95	118.23	4.21	295.83
3806.88	2953.15	112.08	116.11	3.81	292.71
3613.42	2952.94	110.34	113.85	4.39	304.98
3393.85	2952.48	106.74	111.26	3.77	236.85
3214.85	2952.32	105.47	109.86	4.12	238.52
3044.02	2951.85	104.14	108.2	3.86	264.27
2786.37	2951.54	100.95	105.76	5.12	162.64
2581.73	2951.23	98.05	104.07	4.49	190.46
2392.12	2951.00	96.89	102.42	4.64	180.23
2209.87	2950.69	94.59	100.35	5.77	173.88
2037.26	2950.60	93.53	98.68	5.11	201
1800.00	2949.30	92.93	97.23	3.61	268.6
1578.74	2949.34	90.41	94.96	4.01	254.35
1421.56	2931.05	88.96	94.22	3.05	293.16
1316.38	2890.28	87.5	93.62	3.7	219.1
1274.83	2856.60	86.92	93.44	3.67	203.33
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	2985.54	86.79	92.01	5.3	181.51
1218.83	2974.67	86.49	91.56	5.08	194.67
986.91	2966.78	84.71	88.84	2.99	490.82
798.17	2961.13	83.78	87.35	2.87	433.91
569.98	2958.68	82.41	85.6	3.72	336.48
402.18	2955.98	80.59	83.93	3.55	331.85
200.00	2952.37	78.37	82.02	3.85	343.39

Tabla 20. Resultados, Tiempo de recorrido de la onda de crecida Escenario No.1.

Periodo de retorno 1:10000 años

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	7.43	0.34	20.4	6.402	5.42
0	0	0.267	6.53	0.35	21	6.600	4.26
0.01	0.6	0.400	6.25	0.37	22.2	6.803	4.15
0.02	1.2	0.628	5.63	0.38	22.8	6.997	5
0.03	1.8	0.800	7.72	0.39	23.4	7.200	4.5
0.05	3	1.000	8.7	0.4	24	7.406	4.78
0.07	4.2	1.200	10.41	0.42	25.2	7.602	5.41
0.08	4.8	1.425	7.28	0.43	25.8	7.807	4.97
0.09	5.4	1.685	7.95	0.44	26.4	8.009	7.15
0.1	6	1.800	6.68	0.45	27	8.202	6.31
0.11	6.6	2.009	8.04	0.46	27.6	8.397	5.16
0.12	7.2	2.179	7.42	0.47	28.2	8.593	4.28
0.12	7.2	2.200	7.94	0.48	28.8	8.787	4.03
0.13	7.8	2.205	8.34	0.5	30	9.006	3.51
0.13	7.8	2.229	8.2	0.51	30.6	9.185	4.52
0.13	7.8	2.400	8	0.52	31.2	9.356	4.39
0.13	7.8	2.645	7.28	0.53	31.8	9.614	4.06
0.14	8.4	2.908	6.94	0.55	33	9.818	4.81
0.16	9.6	3.000	8.29	0.56	33.6	10.008	6.02
0.16	9.6	3.200	9.25	0.57	34.2	10.190	5.53
0.17	10.2	3.520	6.87	0.58	34.8	10.363	5.76
0.19	11.4	3.681	5.86	0.59	35.4	10.600	5.15
0.19	11.4	3.876	8.26	0.61	36.6	10.821	4.3
0.21	12.6	4.083	7.63	0.62	37.2	10.978	4.55
0.22	13.2	4.272	6.55	0.64	38.4	11.084	5.26
0.23	13.8	4.400	5.82	0.65	39	11.125	6.12
0.23	13.8	4.600	5.41	0.65	39	11.134	6.52
0.24	14.4	4.800	6.8	0.65	39	11.181	5.22
0.26	15.6	5.000	5.32	0.65	39	11.413	5.07
0.27	16.2	5.200	5.89	0.67	40.2	11.602	4.13
0.28	16.8	5.414	5.93	0.68	40.8	11.830	3.57
0.29	17.4	5.602	6.11	0.7	42	11.998	3.19
0.3	18	5.786	5.6	0.72	43.2	12.200	3.34
0.31	18.6	5.988	5.06	0.73	43.8	12.400	3.65
0.33	19.8	6.204	5.45				

Para el **escenario No.2** se presentan los resultados obtenidos del modelo HEC-RAS en la Tabla 22, con caudal pico de 7743.6 m³/s, en la Figura 12 se da a conocer el Hidrograma de crecida para este escenario, En anexos se puede observar hasta donde abarca la planicie de inundación de este escenario ver mapa # 5.1 y # 5.2.

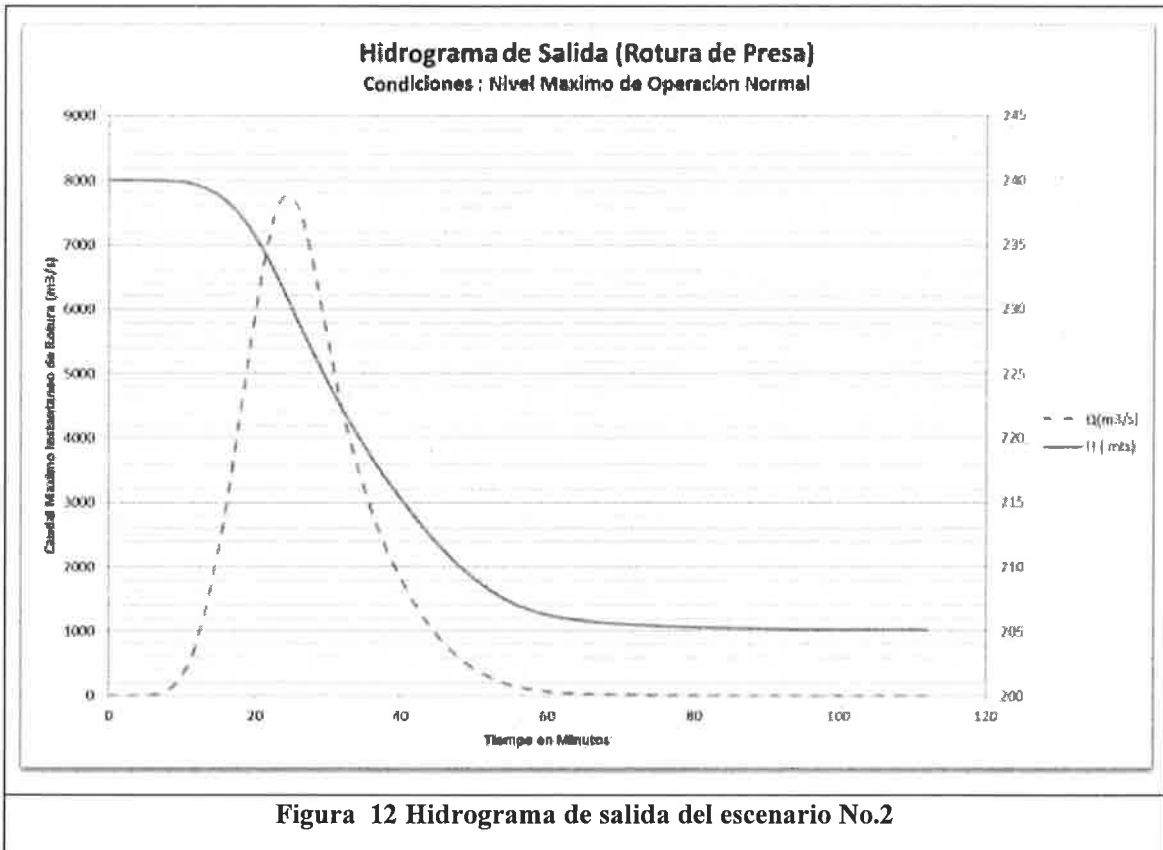


Tabla 21. Resultados, Para el caudal del Escenario No.2.

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella	# Froude
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	
12800.00	0.43	206.25	240.02	0	254.89	0
12790.00	0.43	206.08	240.02	0	255.39	0
12558.00	0.48	202.2	240.02	0	273.42	0
12400	Estructura de la Presa					
	7743.6	201.58	212.69	12.05	126.18	1.27
12303.00	7780.78	198.88	208.61	13.26	125.74	1.48
12133.50	7751.98	196.28	205.61	8.74	181.27	0.96
12000.00	7410.9	195.65	204.5	7.34	215.92	0.85
11771.73	7318.26	192.62	204.21	5.84	244.5	0.58
11600.00	7237.33	191.68	204.66	3.7	328.04	0.34
11400.00	7165.2	189.28	203.59	4.73	177.06	0.48
11200.00	7125.79	189.79	200.29	11.4	99.81	1.45
10975.24	7064.61	186.67	198.19	4.51	193.93	0.47
10715.24	7013.45	185.29	195.08	9.57	129.47	1.21
10600.00	6942.46	182.07	193.45	9.87	125	1.05
10391.31	6931.93	180.12	191.08	8.26	127.51	0.95
10221.00	6912.78	178.18	189.71	8.14	143.13	0.84
10200.00	6910.44	177.94	190.01	7.49	179.09	0.74
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché					
10193.20	6910.25	177.89	188.92	8.5	159.31	0.88
10171.40	6903.8	177.75	188.73	8.7	159.23	0.92
10000.00	6833.54	176.58	186.76	8.9	158.95	1.09
9755.08	6816.75	172.96	182.95	8.45	132.77	1.01
9492.22	6711.66	169.33	181.17	5.82	158.77	0.62
9400.00	6705.73	168.27	181.02	5.5	152.85	0.57
9200.00	6694.87	168.74	178.47	9.57	117.03	1.14
8880.01	6615.62	164.75	173.23	9.59	131.41	1.21
8719.35	6598.44	160.75	171.51	5.69	210.71	0.64
8523.56	6472.99	160.2	170.59	6.7	250.71	0.71
8316.68	6471.44	158.64	167.75	9.97	134.54	1.16
8128.01	6464.89	156.44	164.54	10.29	138.71	1.29
8000.00	6452.76	154.7	162.26	8.61	211.04	1.04
7800.00	6385.19	151.8	161.07	5.96	263.66	0.66
7600.00	6348.07	151.16	158.56	8.65	217.36	1.06
7400.00	6270.2	149.05	157.4	5.73	271.1	0.66
7200.00	6174.2	147.93	156.25	4.27	230.09	0.57
6985.92	6164.33	145.42	153.47	7.41	200.24	1.02
6798.24	6144.49	143.17	150.67	9.01	190.93	1.16
6613.88	6087.36	141.35	148.16	7.02	270.05	0.91
6411.55	5990.72	139.57	146.89	4.9	370.25	0.6
6195.56	5975.97	137.02	143.98	6.85	266.57	0.98

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella	# Froude
5997.89	5896.73	135.56	141.36	6.34	323.48	0.88
5800.27	5797.64	133.73	139.69	3.79	356.76	0.58
5597.10	5775.08	131.32	138.2	4.71	253.58	0.68
5402.61	5749.43	129.7	135.86	7.08	187.95	1.09
5200.17	5705.64	126.65	133.11	5.98	205.23	0.87
4993.88	5626.61	123.85	131.22	5.18	204.23	0.72
4797.55	5604.97	122.44	129.35	6.11	185.12	0.84
4593.32	5526.68	119.41	128.48	5.2	179.11	0.62
4390.79	5521.93	118.12	126.2	7.61	148.17	1.1
4198.40	5513.45	116	122.55	9.53	148.48	1.34
4002.70	5487.73	113.95	119.31	5.42	310.53	0.91
3806.88	5455.23	112.08	117.22	4.93	309	0.82
3613.42	5398.4	110.34	114.97	5.46	323.46	0.9
3393.85	5378.78	106.74	112.66	4.79	251.14	0.72
3214.85	5317.21	105.47	111.18	5.18	250.23	0.79
3044.02	5235.25	104.14	109.81	4.45	288.32	0.66
2786.37	5206.38	100.95	107.21	6.44	179.63	0.91
2581.73	5148.33	98.05	105.57	5.4	202.89	0.8
2392.12	5075.61	96.89	103.88	5.69	195.87	0.79
2209.87	5072.96	94.59	101.73	7.08	189.05	0.96
2037.26	5062.49	93.53	99.95	6.26	221.55	0.9
1800.00	5008.97	92.93	98.36	4.44	285.98	0.71
1578.74	4838.4	90.41	96.08	4.7	272.29	0.77
1421.56	4814.48	88.96	95.73	3.35	331.29	0.51
1316.38	4801.04	87.5	94.94	4.57	258.64	0.62
1274.83	4797.28	86.92	94.54	4.86	240.09	0.68
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas					
1257.83	4797.28	86.79	93.04	6.3	205.08	1.02
1218.83	4794.1	86.49	92.51	6.28	224.78	0.97
986.91	4743.36	84.71	89.76	3.48	505.28	0.53
798.17	4677.31	83.78	88.18	3.35	442.33	0.6
569.98	4616.34	82.41	86.34	4.4	346.04	0.81
402.18	4599.71	80.59	84.74	4.18	342.17	0.74
200.00	4563.03	78.37	82.81	4.51	354.45	0.75

Tabla 22. Resultados del tiempo de recorrido de la onda Escenario No.2

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0.00	0.00	0.097	14.89	0.19	11.40	6.600	8.86
0.01	0.60	0.267	13.17	0.19	11.40	6.803	9.56
0.01	0.60	0.400	12.89	0.21	12.60	6.997	10.07
0.01	0.60	0.628	12.9	0.21	12.60	7.200	9.26
0.02	1.20	0.800	15.97	0.22	13.20	7.406	9.83
0.03	1.80	1.000	17.56	0.23	13.80	7.602	11.31
0.04	2.40	1.200	17.96	0.23	13.80	7.807	10.74
0.04	2.40	1.425	14.3	0.24	14.40	8.009	12.25
0.05	3.00	1.685	15.42	0.25	15.00	8.202	11.22
0.06	3.60	1.800	13.64	0.25	15.00	8.397	9.32
0.06	3.60	2.009	15.33	0.26	15.60	8.593	7.81
0.07	4.20	2.200	14.74	0.26	15.60	8.787	7.62
0.07	4.20	2.400	14.76	0.27	16.20	9.006	7.4
0.08	4.80	2.645	13.91	0.28	16.80	9.185	9.11
0.08	4.80	2.908	13.94	0.29	17.40	9.356	8.87
0.09	5.40	3.000	15.59	0.29	17.40	9.614	9.64
0.09	5.40	3.200	16.21	0.30	18.00	9.818	9.83
0.10	6.00	3.520	13.4	0.31	18.60	10.008	11.09
0.10	6.00	3.681	11.95	0.32	19.20	10.190	11.59
0.11	6.60	3.876	14.13	0.33	19.80	10.363	13.77
0.11	6.60	4.083	14.23	0.34	20.40	10.600	15.06
0.12	7.20	4.272	12.63	0.37	22.20	10.821	15.82
0.12	7.20	4.400	11.35	0.40	24.00	10.978	18.36
0.13	7.80	4.600	10.76	0.43	25.80	11.084	19.85
0.13	7.80	4.800	12.66	0.45	27.00	11.125	21.3
0.14	8.40	5.000	10.66	0.46	27.60	11.134	21.88
0.14	8.40	5.200	12.01	0.46	27.60	11.181	7.8
0.15	9.00	5.414	11.59	0.46	27.60	11.413	7.54
0.16	9.60	5.602	11.12	0.47	28.20	11.602	6.67
0.16	9.60	5.786	10.44	0.48	28.80	11.830	6.03
0.17	10.20	5.988	9.62	0.49	29.40	11.998	5.39
0.17	10.20	6.204	10.24	0.50	30.00	12.200	5.71
0.18	10.80	6.402	9.72	0.51	30.60	12.400	6.01

A continuación se presentan los resultados para el escenario No.3 “*Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias*”, las simulaciones se realizaron para los diferentes periodos de retorno 1:10, 1:50, 1:100, 1:1000 y 1:10000. En la Tabla 24 se presentan los resultados para el período de retorno de 1:10000 por ser este el escenario más crítico, para ver los resultados de los otros periodos de retorno ver anexos en sección de simulación.

En la Figura 13 se presenta el Hidrograma de salida o crecida para el escenario No. 3 y en anexos Mapa # 6.1 y # 6.2, se puede observar la planicie de inundación de este escenario.

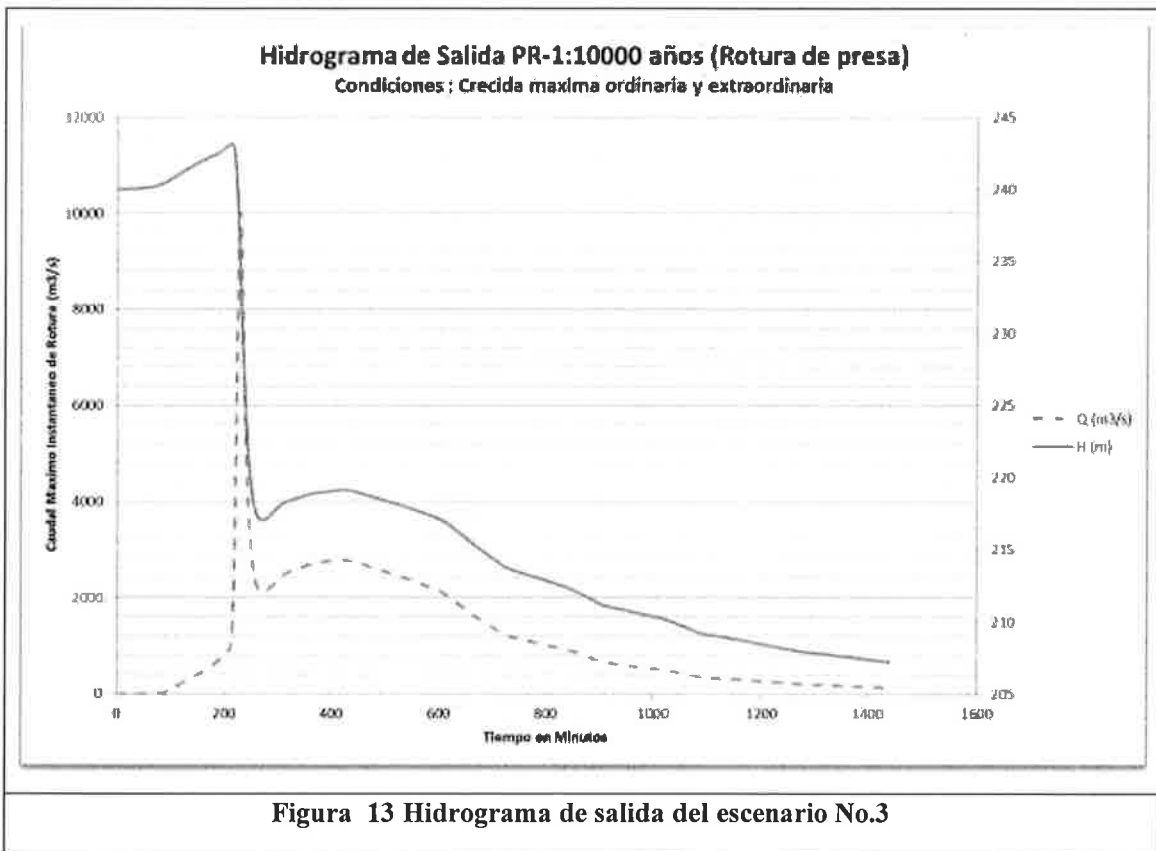


Tabla 23. Resultados de la simulación en el escenario No.3

Periodo de retorno 1:10000 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de rio	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	1177.25	206.25	243.19	0.2	277.44
12790.00	1176.83	206.08	243.19	0.2	280.34
12558.00	1169.29	202.2	243.17	0.37	289.29
12400	Estructura de la Presa				
	10030.11	201.58	213.98	13.6	135.6
12303.00	10102.44	198.88	209.78	14.49	136.6
12133.50	10021.63	196.28	206.84	9.49	198.09
12000.00	9812.11	195.65	205.94	7.8	233.52
11771.73	9402.02	192.62	205.85	6.06	260.85
11600.00	9582.23	191.68	206.36	4.06	363.25
11400.00	9487.1	189.28	205.05	5.43	188.35
11200.00	9419.68	189.79	201.64	12.31	108.79
10975.24	9408.87	186.67	199.61	5.16	204.72
10715.24	9375.7	185.29	196.47	10.39	144.54
10600.00	9359.15	182.07	194.91	11.07	138.44
10391.31	8632.88	180.12	192.53	8.53	138.7
10221.00	8284.19	178.18	191.92	7.55	182.8
10200.00	8217.39	177.94	192.45	6.62	213.8
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	9316.44	177.89	190.3	9.7	184.68
10171.40	9315.8	177.75	190.1	9.75	183.13
10000.00	9304.21	176.58	188.13	9.72	177.45
9755.08	9220.74	172.96	184.42	9.33	144.98
9492.22	9200.38	169.33	182.72	6.71	169.88
9400.00	9180.29	168.27	182.54	6.4	161.37
9200.00	9147.13	168.74	179.83	10.8	126.64
8880.01	9084.03	164.75	174.52	10.79	143.12
8719.35	8969.31	160.75	172.76	6.51	226.02
8523.56	8958.99	160.2	172	7.34	267.55
8316.68	8938.38	158.64	169.05	11.34	147.7
8128.01	8915.17	156.44	165.74	11.68	149.06
8000.00	8889.47	154.7	163.43	9.5	223.53
7800.00	8791.02	151.8	162.34	6.62	274.81
7600.00	8753.18	151.16	159.74	9.5	235.66
7400.00	8661.36	149.05	158.79	6.29	288.57
7200.00	8631.35	147.93	157.54	5.01	240.74
6985.92	8582.49	145.42	154.6	8.45	213.28
6798.24	8537.41	143.17	151.79	10.47	237.53
6613.88	8509.53	141.35	149.19	7.91	288.21
6411.55	8333.23	139.57	147.98	5.44	386.3
6195.56	8396.77	137.02	144.96	7.68	287.61
5997.89	8329.81	135.56	142.43	6.98	343.55

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
5800.27	8234.49	133.73	141	4.12	375.66
5597.10	8201.15	131.32	139.42	5.3	267.14
5402.61	8156.32	129.7	136.98	7.93	199.23
5200.17	8145.45	126.65	134.33	6.76	218.52
4993.88	8077.67	123.85	132.71	5.76	221.83
4797.55	8062.64	122.44	130.81	6.84	200.2
4593.32	8040.32	119.41	129.73	6.36	192.48
4390.79	8016.23	118.12	127.42	8.73	170.84
4198.40	7998.17	116	123.6	11.21	162.24
4002.70	7988.81	113.95	120.21	6.26	322.75
3806.88	7939.67	112.08	118.11	5.76	318.19
3613.42	7929.92	110.34	115.97	6.18	340.03
3393.85	7873.81	106.74	113.88	5.51	258.77
3214.85	7863.22	105.47	112.38	5.96	260.93
3044.02	7789.06	104.14	111.33	4.89	310.92
2786.37	7773.02	100.95	108.57	7.5	193.19
2581.73	7754.66	98.05	106.99	6.22	213.69
2392.12	7631.05	96.89	105.15	6.77	207.46
2209.87	7708.58	94.59	103.09	8.27	201.02
2037.26	7696.67	93.53	101.2	7.27	236.17
1800.00	7652.89	92.93	99.49	5.26	295.67
1578.74	7478.55	90.41	97.62	5.14	290.61
1421.56	7467.98	88.96	97.64	3.6	361.88
1316.38	7465.07	87.5	96.92	4.94	326.77
1274.83	7466.99	86.92	96.26	5.66	314.91
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	7464.73	86.79	94.17	7.56	244.42
1218.83	7463.67	86.49	93.62	7.58	261.95
986.91	7404.84	84.71	90.9	4.04	522.55
798.17	7389.67	83.78	89.32	3.87	452.96
569.98	7342.94	82.41	87.37	5.21	355.84
402.18	7333.71	80.59	85.85	4.96	355.98
200.00	7313.53	78.37	83.92	5.38	369.89

Tabla 24. Resultados del tiempo de recorrido de la onda escenario No.3.

Periodo de retorno 1:10000 años

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	12.4	0.25	15	6.402	7.94
0	0	0.267	10.9	0.26	15.6	6.600	6.87
0.01	0.6	0.400	10.56	0.27	16.2	6.803	7.27
0.01	0.6	0.628	10.29	0.28	16.8	6.997	8.1
0.03	1.8	0.800	13.23	0.29	17.4	7.200	7.28
0.04	2.4	1.000	14.68	0.29	17.4	7.406	7.68
0.05	3	1.200	15.77	0.3	18	7.602	8.86
0.06	3.6	1.425	11.85	0.31	18.6	7.807	8.37
0.07	4.2	1.685	12.94	0.32	19.2	8.009	10.32
0.08	4.8	1.800	11.18	0.33	19.8	8.202	9.3
0.08	4.8	2.009	12.84	0.33	19.8	8.397	7.6
0.09	5.4	2.179	12.41	0.34	20.4	8.593	6.26
0.09	5.4	2.200	13.74	0.35	21	8.787	6.03
0.09	5.4	2.205	14.51	0.36	21.6	9.006	5.63
0.09	5.4	2.229	12.41	0.37	22.2	9.185	7.14
0.09	5.4	2.400	12.35	0.38	22.8	9.356	6.91
0.1	6	2.645	11.55	0.39	23.4	9.614	7.19
0.11	6.6	2.908	11.46	0.40	24	9.818	7.62
0.12	7.2	3.000	13.39	0.41	24.6	10.008	8.94
0.12	7.2	3.200	14.27	0.42	25.2	10.190	8.26
0.13	7.8	3.520	11.09	0.42	25.2	10.363	8.5
0.14	8.4	3.681	9.77	0.43	25.8	10.600	7.67
0.14	8.4	3.876	12.01	0.44	26.4	10.821	6.56
0.15	9	4.083	11.8	0.45	27	10.978	7.21
0.16	9.6	4.272	10.41	0.46	27.6	11.084	8.68
0.16	9.6	4.400	9.3	0.47	28.2	11.125	9.42
0.17	10.2	4.600	8.73	0.47	28.2	11.134	9.34
0.18	10.8	4.800	10.54	0.47	28.2	11.181	7.38
0.19	11.4	5.000	8.58	0.47	28.2	11.413	7.13
0.19	11.4	5.200	9.74	0.48	28.8	11.602	6.19
0.2	12	5.414	9.61	0.50	30	11.830	5.54
0.21	12.6	5.602	9.18	0.51	30.6	11.998	4.96
0.22	13.2	5.786	8.62	0.52	31.2	12.200	5.26
0.23	13.8	5.988	7.84	0.53	31.8	12.400	5.55
0.24	14.4	6.204	8.41				

En la Tabla 25 se presentan los resultados para el escenario No. 4, “*Por apertura súbita de compuerta, por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga y por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa*”.

Cabe recalcar que se unió en el escenario No. 4 las tres condiciones de emergencia mencionadas, porque la presa Bajo Frío no cuenta con estructura o compuerta para descarga de fondo por tanto estas condiciones de emergencia se generan o se manejan, según la condición de emergencia, mediante las compuertas del vertedero controlado.

En la Figura 14 se presenta el Hidrograma de salida o crecida para dicho escenario. En anexo mapa #7.1 y #7.2 se muestra la planicie de inundación de este escenario.

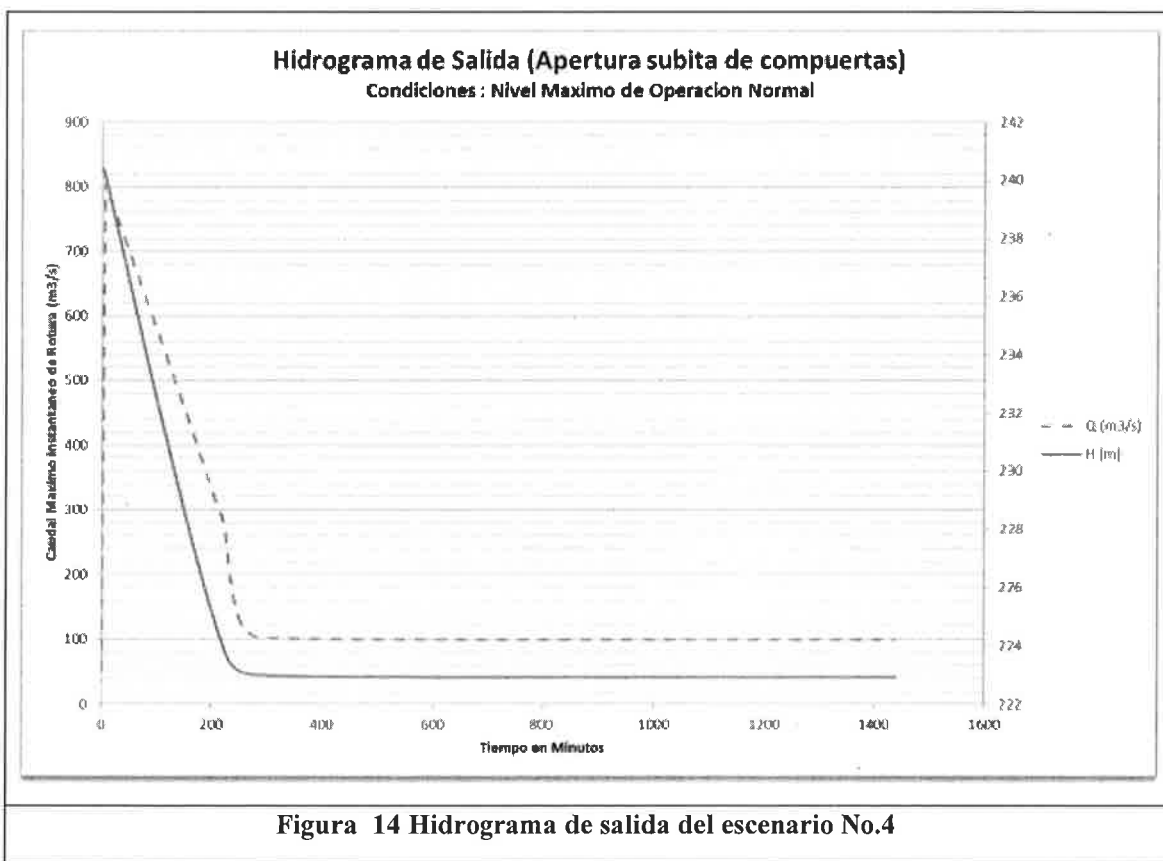


Tabla 25. Resultados, para el caudal del escenario No. 4

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	51.78	206.25	240.43	0.01	257.46
12790.00	51.56	206.08	240.43	0.01	258.23
12558.00	46.75	202.2	240.43	0.02	275.46
12400	Estructura de la Presa				
	870.09	201.58	206.12	4.47	70.68
12303.00	966.02	198.88	203.11	6	69.87
12133.50	961.51	196.28	200.26	3.57	110.5
12000.00	961.33	195.65	199.05	4.01	117.97
11771.73	945.72	192.62	197.24	2.97	119.93
11600.00	943.33	191.68	196.73	2.8	208.5
11400.00	942.57	189.28	196.25	1.98	113.78
11200.00	942.13	189.79	194.42	6.04	58.38
10975.24	940.88	186.67	191.38	1.97	138.18
10715.24	940.69	185.29	189.33	5.57	70.82
10600.00	940.36	182.07	187.28	4.68	71.94
10391.31	939.85	180.12	184.52	4.61	71.59
10221.00	939.72	178.18	183.41	3.6	83.69
10200.00	939.69	177.94	183.47	3.16	90.9
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	939.69	177.89	183.2	3.4	85.86
10171.40	939.65	177.75	183.07	3.42	81
10000.00	939.26	176.58	181.24	4.87	78.44
9755.08	939.08	172.96	177.27	4.28	82.47
9492.22	937.25	169.33	174.51	2.92	103.65
9400.00	937.11	168.27	174.43	2.19	106.91
9200.00	936.79	168.74	172.8	4.76	68.57
8880.01	936.39	164.75	168.15	5.5	79.64
8719.35	935.32	160.75	166.12	2.42	114.57
8523.56	935.13	160.2	164.82	4.21	97.35
8316.68	934.64	158.64	162.52	4.96	77.69
8128.01	934.49	156.44	159.95	5.14	87.2
8000.00	934.22	154.7	157.91	4.63	118.52
7800.00	933.59	151.8	156.09	3.19	136.85
7600.00	930.19	151.16	154.48	4.56	135.95
7400.00	932.41	149.05	152.64	3.34	186.53
7200.00	931.54	147.93	151.27	1.99	175.21
6985.92	930.88	145.42	149.32	4.47	135.19
6798.24	930.52	143.17	146.72	4.47	112.55
6613.88	930.10	141.35	144.49	3.76	174.42
6411.55	928.96	139.57	142.86	3.02	236.64
6195.56	928.82	137.02	140.69	3.31	148.05
5997.89	928.45	135.56	138.21	3.58	241.09
5800.27	928.00	133.73	136.14	2.4	276.14
5597.10	927.42	131.32	134.26	2.73	182.11

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
5402.61	927.01	129.7	132.38	3.8	138.75
5200.17	926.67	126.65	129.61	3.04	167.01
4993.88	926.23	123.85	126.96	2.84	151.5
4797.55	926.03	122.44	125.19	3.63	136.39
4593.32	925.01	119.41	123.79	2.44	128.26
4390.79	924.68	118.12	122.08	4.11	95.52
4198.40	924.45	116	119.35	4.36	101.14
4002.70	924.15	113.95	116.97	2.63	276
3806.88	923.79	112.08	114.67	2.5	268.75
3613.42	923.50	110.34	112.56	2.84	272.83
3393.85	923.03	106.74	109.49	2.4	212.62
3214.85	922.71	105.47	108.23	2.66	223.97
3044.02	922.43	104.14	106.39	2.76	231.56
2786.37	921.77	100.95	103.8	3.25	139.67
2581.73	921.52	98.05	101.95	3.15	149.9
2392.12	921.16	96.89	100.12	3.24	141.57
2209.87	920.82	94.59	98.28	3.83	132.42
2037.26	920.42	93.53	96.82	3.15	136.35
1800.00	919.86	92.93	95.56	2.34	233.13
1578.74	919.43	90.41	93.34	2.67	227.59
1421.56	918.40	88.96	91.76	2.6	197.62
1316.38	918.28	87.5	91.25	2.49	158.53
1274.83	918.26	86.92	91.05	2.54	149.9
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	918.26	86.79	90.08	3.57	133.7
1218.83	917.82	86.49	89.78	3.19	147.34
986.91	924.74	84.71	87.2	2.44	451.1
798.17	918.26	83.78	86.03	1.94	414.54
569.98	916.36	82.41	84.32	2.39	308.87
402.18	915.81	80.59	82.51	2.41	305.73
200.00	915.37	78.37	80.64	2.5	305.65

Tabla 26. Resultados del tiempo de recorrido de la onda Escenario No.4

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	4.54	0.49	29.4	6.402	3.67
0.01	0.6	0.267	4.23	0.5	30	6.600	2.65
0.02	1.2	0.400	3.98	0.52	31.2	6.803	2.41
0.03	1.8	0.628	3.4	0.54	32.4	6.997	2.94
0.05	3	0.800	4.62	0.56	33.6	7.200	2.68
0.07	4.2	1.000	5.05	0.58	34.8	7.406	2.96
0.09	5.4	1.200	6.97	0.59	35.4	7.602	3.11
0.11	6.6	1.425	4.63	0.61	36.6	7.807	2.75
0.12	7.2	1.685	4.71	0.63	37.8	8.009	4.38
0.15	9	1.800	4.04	0.65	39	8.202	3.96
0.16	9.6	2.009	5.21	0.66	39.6	8.397	3.35
0.17	10.2	2.179	4.4	0.67	40.2	8.593	3.02
0.18	10.8	2.200	5.23	0.69	41.4	8.787	2.59
0.18	10.8	2.205	5.53	0.71	42.6	9.006	2.22
0.18	10.8	2.229	5.31	0.73	43.8	9.185	2.75
0.18	10.8	2.400	5.32	0.75	45	9.356	2.76
0.19	11.4	2.645	4.66	0.77	46.2	9.614	2.25
0.21	12.6	2.908	4.31	0.79	47.4	9.818	2.85
0.23	13.8	3.000	5.18	0.81	48.6	10.008	3.9
0.24	14.4	3.200	6.16	0.83	49.8	10.190	3.23
0.25	15	3.520	4.06	0.84	50.4	10.363	3.69
0.27	16.2	3.681	3.4	0.86	51.6	10.600	3.29
0.28	16.8	3.876	5.37	0.88	52.8	10.821	2.63
0.3	18	4.083	4.62	0.91	54.6	10.978	2.93
0.32	19.2	4.272	3.88	0.92	55.2	11.084	2.8
0.33	19.8	4.400	3.51	0.93	55.8	11.125	3.75
0.34	20.4	4.600	3.21	0.94	56.4	11.134	4.13
0.35	21	4.800	4.29	0.94	56.4	11.181	3.29
0.37	22.2	5.000	3.32	0.94	56.4	11.413	3.29
0.38	22.8	5.200	3.59	0.96	57.6	11.602	2.49
0.4	24	5.414	3.34	0.99	59.4	11.830	2.25
0.42	25.2	5.602	3.9	1.02	61.2	11.998	1.91
0.44	26.4	5.786	3.55	1.04	62.4	12.200	1.92
0.45	27	5.988	3.14	1.06	63.6	12.400	2.27
0.47	28.2	6.204	3.29				

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

Una situación de emergencia que se genere en la Presa de Bajo Frío podrá causar daños y pérdidas aguas abajo. FOUNTAIN trabajará en forma coordinada con las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, radioaficionados 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.

Por esta razón, FOUNTAIN establecerá lo siguiente:

- Estrategia de imagen y comunicación;
- Identificación, gestión y firma de los acuerdos con las instituciones y organizaciones que forman parte del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Instituir protocolos de avisos, actualización de la lista de contactos y diagrama de avisos para cada categoría de emergencia; códigos y validación.
- Definir responsabilidades de los colaboradores para el mantenimiento de la documentación técnica entregada y la distribución del PADE.

Una vez en operación la central, FOUNTAIN elaborará Planes de Emergencia según la evaluación de los riesgos: inundación en la central, incendio, derrame de hidrocarburos, sismo, entre otros. Dependiendo de la naturaleza de la emergencia vincularán en los planes a las autoridades correspondientes (ANAM, SINAPROC, Bomberos, etc.).

A continuación en la Tabla 27 se presenta la lista de las ubicaciones de los diagramas de aviso, establecidos en la sección 8.2 (diseño de notificaciones y diagramas de avisos).

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

<i>Ubicaciones en la Central Hidroeléctrica</i>	
1.	Sala de Control
2.	Oficina del Gerente
<i>Ubicaciones en Entidades Públicas</i>	
1.	Fuerza Pública de Volcán
2.	Cuerpo de Bomberos de Volcán
3.	Oficina Regional de SINAPROC
4.	Centro Nacional de Despacho

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

participaran 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.

La planificación de la alerta y evacuación son las responsabilidades de 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 serán responsables de estudiar y coordinar las áreas afectadas y de desarrollar planes de notificación y evacuación. No obstante, FOUNTAIN se reunirá con las partes interesadas; representantes de corregimiento, ONG's y las instituciones de seguridad pública para suministrarles y explicarles los diferentes escenarios que contempla este PADE y sus respectivos planos de inundación (Mapas # 4, # 5, # 6 y #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.

El día 23 de julio de 2014, se realizó la visitas a campo a los sitios con las viviendas con posibles afectaciones o riesgo de inundación según la simulaciones realizadas en la sección 14 (Resultados de las Simulaciones), para determinar las rutas de evacuaciones de estas personas frente a una situación de emergencia que se presente en la presa Bajo Frío. Para las viviendas ubicadas entre las estación 2k + 209.87 y 2k + 392.12, y las viviendas entre la estación 6k+411.55 y 6k 985.92, las rutas de evacuación establecidas se pueden ver en Anexos el Mapa # 8.

El personal de FOUNTAIN 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 que se concluya la misma. 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 Gerente de Planta o el Jefe de Operaciones y su equipo de trabajo. Si existe organización de las comunidades que se ubican aguas abajo de la presa dentro de la planicie de inundación son responsabilidad de las autoridades locales y las instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Protección Civil. Estas acciones deberán contemplar como mínimo: seguridad del área afectada, la evaluación de los daños y análisis de necesidad y la rehabilitación de los servicios básicos.

13. 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 FOUNTAIN, en todas las situaciones de emergencia contempladas en la sección 10 (Situaciones de Emergencia). El coordinador del PADE o un proveedor será el responsable de programar, coordinar y dirigir el simulacro de la situación de emergencia correspondiente.

El coordinador del PADE presentará los diferentes escenarios de forma detalladas, al personal de FOUNTAIN, con la finalidad de evaluar los conocimientos de todo el personal de la Central Hidroeléctrica Bajo Frío, 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 ajuste 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, FOUNTAIN 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 tiene 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 FOUNTAIN y a las instituciones que tienen responsabilidades en el PADE. En el caso de la Presa Bajo Frío, que tiene a la presa de Baitún aguas arriba durante la planificación de los simulacros se coordinará con el personal de la presas Baitún, para que ellos puedan participar de los mismos.

Durante este simulacro se abarcaran 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 a 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. Además, debe verificarse como se manejarán los equipos (para apertura o cierre, tales como vertederos y otras estructuras hidráulicas de descarga) ante alguna de las siguientes posibilidades de Situación de Emergencia en el simulacro:

- Cierre automático de los equipos de operación en caso de sismos.
- 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.
- Dentro de los 45 días después del simulacro, 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. Actualización del PADE

FOUNTAIN 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, FOUNTAIN enviará a la ASEP una nota notificando que no ha habido cambio alguno.

Además, FOUNTAIN hará una revisión completa del PADE cada año. 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, FOUNTAIN informará rápidamente al director de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos, el cual determinará en consulta con agencias y otros si las modificaciones son necesarias, y distribuirá cualquier modificación resultante. FOUNTAIN enviará 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.

15. Bibliografía

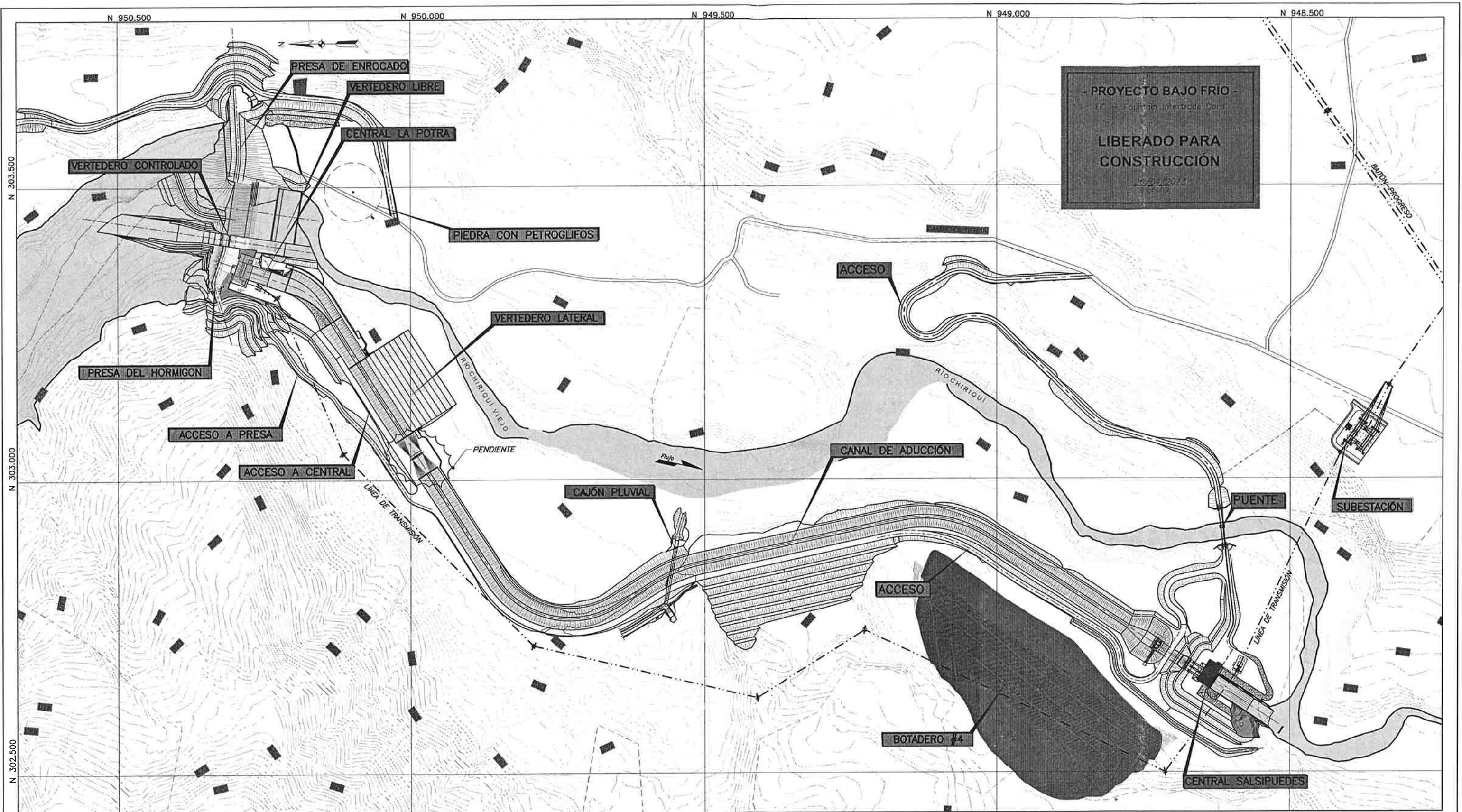
- Resolución AN 3932-ELEC Normas para la Seguridad de Presas. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos. 2010
- Resumen Técnico del Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Período 1971-206- Hidrometeorología. ETESA. 2008
- Algunas Características Importantes de las Viviendas Particulares Ocupadas y de la Población de la República, Por Provincia, Distrito, Corregimiento y Lugar Poblado, INEC, censo 2010, INEC.
- CEDSA109-FIC-CH-AGUA Categorización de presas Central Hidroeléctrica Bajo Frío. Consultoría Estudio y Diseños SA. 2014
- Cobertura de uso de suelo, ANAM 2008
- 2555D-MA-G21-001-R0.1 Instrumentación manual de control y operación de las estructuras de hormigón de La Potra.
- 2555D-PD-D21-002/004/005/006/007 Instrumentación
- 4.2555D-PD-J21-001 Presa Hormigón - Instrumentación
- 2555D-MA-A00-004-R0.1 Manual de Mantenimiento y Operación de las obras Civiles (MOMOC).
- 6540B-IN-G00-002-Rev.0 Informe Final de Diseño Básico (LEME).
- 6540B-IN-G28-007-Rev.0.1 Estudio Geológico – Geotécnico.
- 2555D-IN-A00-002 E Rev. 0 Bajo Frío Seismic Hazard Study Review.

ANEXOS



PLANOS





- PROYECTO BAJO FRIO -
 FID - Fountain Intertrabie Corp
LIBERADO PARA CONSTRUCCION
 28/09/2011

PLANTA

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO SOLAMENTE COMO BASE PARA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS DEL CONTRATISTA



c	EO	FBA	JCF	MMSC	15/04/13				
b	REVISIÓN GENERAL	FBA	MJLC	FSC	15/02/12				
a	REVISIÓN GENERAL	FBA	MJLC	FSC	15/02/12				
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	GERENCIA	FECHA DE EMISION	RESP.	FECHA	ACEPTACION	
	ALTERACION								

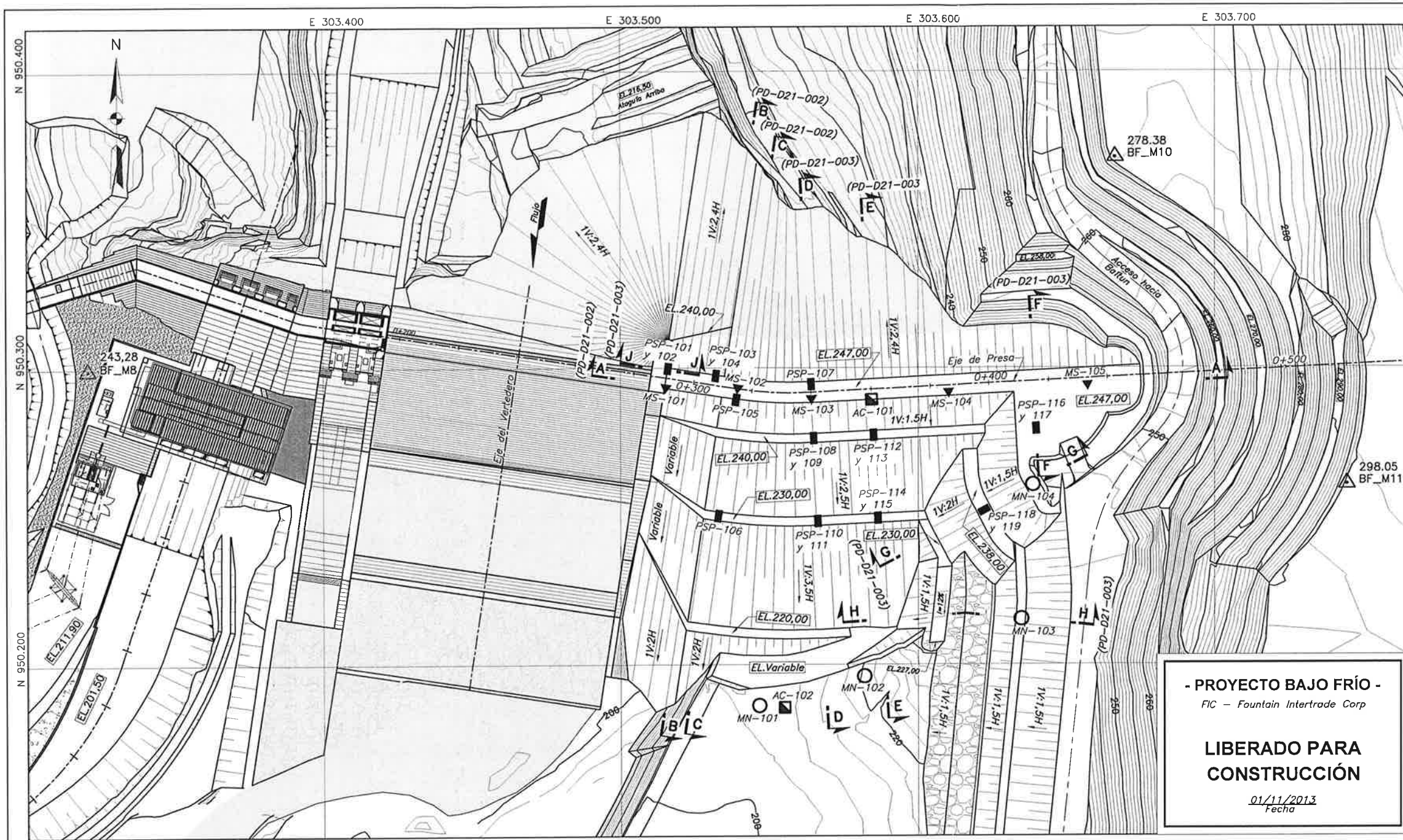
NOTAS
 1-Todas las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
 2-Las Coordenadas están en el datum NAD27.

TRACTEBEL Engineering
 GDF SVEZ

Proy.	Dibuj.	Conf.
FBA	PPR	FBA
MJLC		
GERENTE/COORD. DEL AREA		
FSC		
DIRECCION TECNICO		
Aprob.		
Fecha		
28/09/2011		

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO
 ESTRUCTURAS PRINCIPALES
 DISPOSICIÓN GENERAL
 PLANTA

FOUNTAIN INTERTRABIE CORP.	
Nº	25550
PD-A10-001	
Rev.	b
HOJA	ARCH.



- LEYENDA:
- Talud Relleno
 - Talud en Suelo (excavación)
 - Talud en Roca (excavación)
 - Piezometro "STAND PIPE" (PSP)
 - Medidor de nivel de agua (MN)
 - Marcas superficiales (MS)
 - Master de control (BF-M)
 - Acelerógrafos (AC)

- NOTAS:
- 1- Todas las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
 - 2- Las coordenadas están en el Datum NAD27.
 - 3- Las localizaciones y cota de instalación de los instrumentos podrán sufrir alteraciones para adecuaciones de campo.
 - 4- Los piezómetros PSP-105, PSP-106, PSP-108, PSP-110, PSP-112, PSP-114, PSP-116 y PSP-118 deberán ser instalados por encima del drenaje horizontal.
 - 5- La elevación de instalación de los piezómetros, es referente a la base del bulbo. Las elevaciones de los piezómetros de fundación pueden sufrir alteraciones debido a la posición del tope de la roca.
 - 6- Los detalles finales de instalación de los instrumentos deberán ser definidos por la empresa encargada de la instalación de acuerdo con la práctica corriente.
 - 7- Se recomienda que los piezómetros y medidores de nivel de agua sean instalados durante la ejecución del relleno.
 - 8- Los niveles de atención y alerta así como la frecuencia de las lecturas de los instrumentos serán definidas en el manual de operación de la presa a ser emitido en documento específico.
 - 9- Los detalles de los instrumentos están presentados en el Plano 25550-PD-D21-003.
 - 10- Detalles de los acelerógrafos tales como tipo y caseta de abrigo serán presentados en documento específico.
 - 11- Los piezómetros deberán ser instalados durante la ejecución del relleno, principalmente el PSP-101 que está ubicado en el contacto del muro de retención.

INSTRUM.	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (Progresiva)	DISTANCIA DEL EJE (m)
	N	E			
PSP-101	950.300,320	303.515,562	25,50	0+290,00	2,68-M
PSP-102	950.300,320	303.515,562	47,00	0+290,00	2,68-M
PSP-103	950.296,834	303.531,751	23,00	0+307,00	2,68-M
PSP-104	950.296,834	303.531,751	fundación	0+307,00	2,68-M
PSP-105	950.290,322	303.538,845	30,00	0+315,00	2,68-J
PSP-106	950.251,260	303.532,848	13,00	0+315,00	42,20-J
PSP-107	950.294,454	303.564,042	42,00	0+340,00	2,68-M
PSP-108	950.277,594	303.564,880	por encima del drenaje	0+340,00	14,20-J
PSP-109	950.277,594	303.564,880	35,00	0+340,00	14,20-J
PSP-110	950.249,629	303.566,271	por encima del drenaje	0+340,00	42,20-J
PSP-111	950.249,629	303.566,271	25,00	0+340,00	42,20-J

INSTRUM.	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (Progresiva)	DISTANCIA DEL EJE (m)
	N	E			
PSP-112	950.278,587	303.584,842	por encima del drenaje	0+360,00	14,20-J
PSP-113	950.278,587	303.584,842	30,00	0+360,00	14,20-J
PSP-114	950.250,622	303.586,233	por encima del drenaje	0+360,00	42,20-J
PSP-115	950.250,622	303.586,233	20,00	0+360,00	42,20-J
PSP-116	950.279,417	303.639,878	por encima del drenaje	0+415,00	16,10-J
PSP-117	950.279,417	303.639,878	25,50	0+415,00	16,10-J
PSP-118	950.251,753	303.622,481	por encima del drenaje	0+396,25	42,87-J
PSP-119	950.251,753	303.622,481	13,00	0+396,25	42,87-J
MN-101	950.186,236	303.546,650	15,50	0+327,50	105,60-J
MN-102	950.196,046	303.581,952	15,50	0+352,00	96,50-J
MN-103	950.215,296	303.635,100	30,50	0+407,00	79,90-J

INSTRUM.	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (Progresiva)	DISTANCIA DEL EJE (m)
	N	E			
MN-104	950.260,471	303.638,866	25,50	0+413,00	35,00-J
MS-101	950.293,964	303.515,123		0+291,00	2,68-J
MS-102	950.290,322	303.538,845		0+315,00	2,68-J
MS-103	950.289,100	303.564,308		0+340,00	2,68-J
MS-104	950.291,385	303.610,251		0+386,00	2,68-J
MS-105	950.293,720	303.657,193		0+433,00	2,68-J
AC-101	950.290,093	303.584,270		0+360,00	2,68-J
AC-102	950.185,578	303.555,277		0+332,00	106,00-J
BF-M08	950.299,372	303.320,350	EL 243,279		
BF-M10	950.370,837	303.666,748	EL 278,378		
BF-M11	950.260,574	303.744,089	EL 298,048		

PLANO DE REFERENCIA:
25550-PD-D14-006 - PH La Potra - Presa Enrocado - Margen Izquierda - Relleno - Planta.



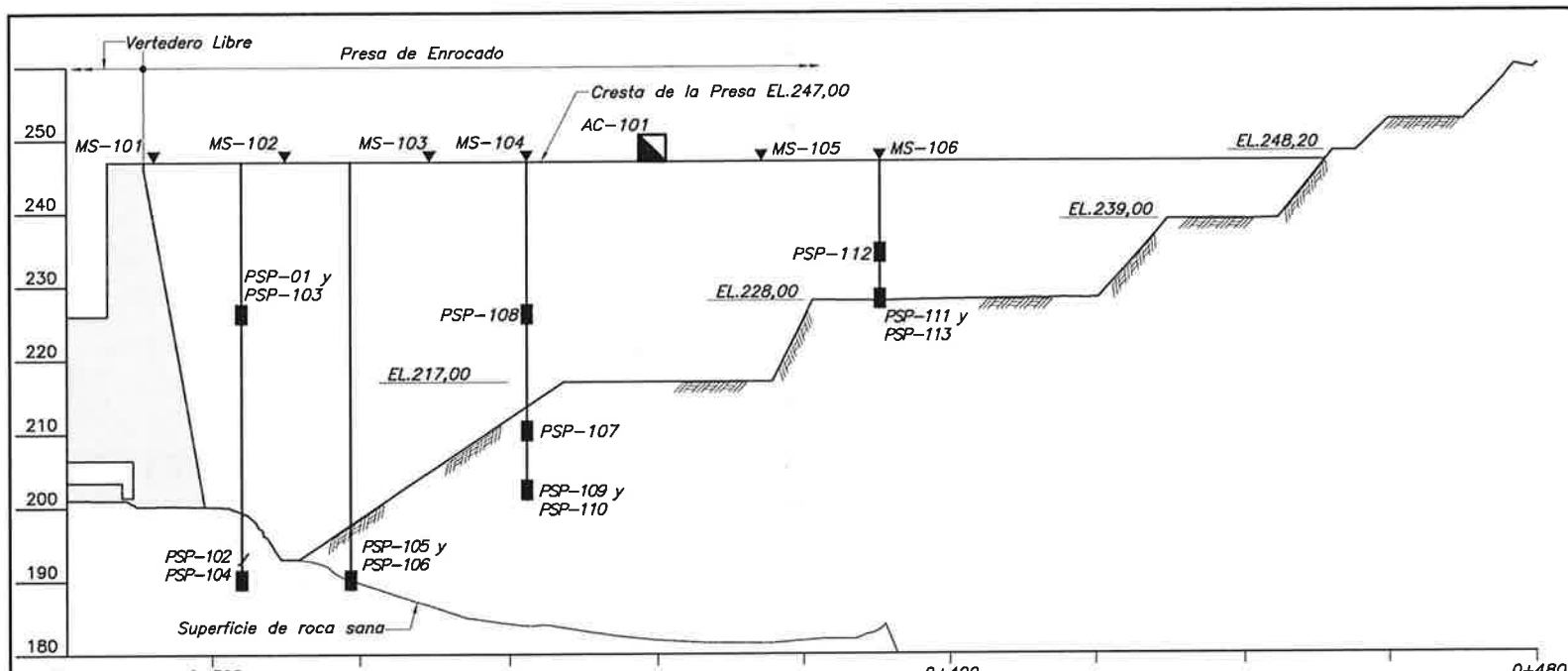
c					
b					
a	OA	JRIF/LSS	JCF	MMSC	25/10/13
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	CERENCIA	FECHA DE RESP.
	ALTERACION		EMISION		ACEPTACION

Proy.	ALMY	Dibuj.	JCF	Conf.	JRIF
		ORIENTE/COORD. DEL AREA	MMSC		
		DIRECCION TECNICO			
Fecha	09/10/2013				

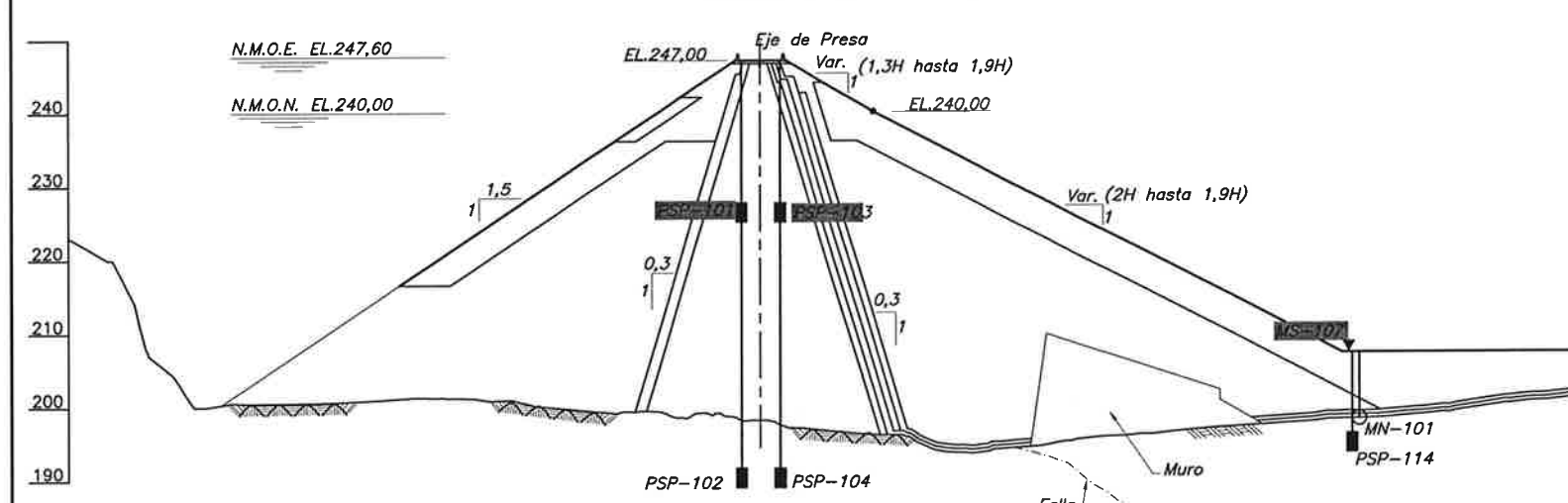
TRACTEBEL Engineering
GDF SVEZ

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO
PH - LA POTRA
PRESA - MARGEN IZQUIERDA
INSTRUMENTACIÓN
PLANTA

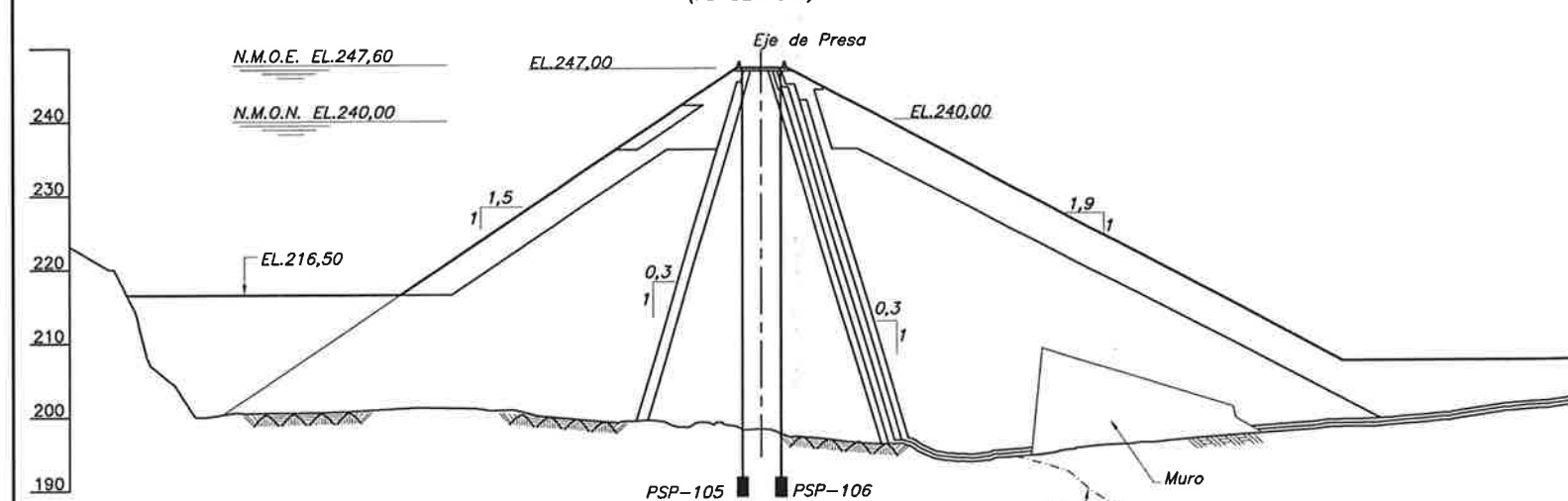
N° 25550
PD-D21-005
Rev. 0
1/1



SECCIÓN A-A (PD-D21-001)



SECCIÓN B-B (Prog. 0+304) (PD-D21-001)



SECCIÓN C-C (Prog. 0+319) (PD-D21-001)

INSTRUM.	COORDENADAS		COTA DE INSTALACIÓN (m)	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (Progresiva)	DISTANCIA DEL EJE (m)	INSTRUM.	COORDENADAS		COTA DE INSTALACIÓN (m)	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (Progresiva)	DISTANCIA DEL EJE (m)
	N	E						N	E				
MS-101	950.293,79	303.516,11	247,00		0+292,00	2,70-MI	MN-101	950.213,21	303.515,68	191,77	15,00	0+303,80	82,40-MI
MS-102	950.291,06	303.533,90	247,00		0+310,00	2,70-MI	MN-102	950.232,12	303.553,03	210,00	8,00	0+330,26	59,50-MI
MS-103	950.288,92	303.553,84	247,00		0+329,74	2,70-MI	MN-103	950.235,16	303.567,05	210,00	8,00	0+340,06	59,70-MI
MS-104	950.289,10	303.564,71	247,00		0+340,40	2,70-MI	MN-104	950.273,27	303.613,44	219,00	19,00	0+388,29	20,90-MI
MS-105	950.290,82	303.599,33	247,00		0+375,06	2,70-MI	MN-105	950.265,41	303.643,99	220,00	28,00	0+418,40	30,30-MI
MS-106	950.291,47	303.612,38	247,00		0+388,13	2,70-MI	MN-106	950.243,52	303.634,38	220,00	18,00	0+407,62	51,70-MI
MS-107	950.215,66	303.517,03	206,16		0+304,76	79,80-MI	MN-107	950.188,12	303.551,19	205,00	14,30	0+329,84	103,50-MI
MS-108	950.290,03	303.511,83	245,84		0+288,30	7,07-MI	MN-108	950.193,21	303.569,19	205,00	14,30	0+340,11	98,70-MI
MS-109	950.285,08	303.511,03	241,95		0+288,30	12,08-MI	AC-101	950.289,27	303.584,30	247,00		0+360,00	2,70-MI
MS-110	950.279,52	303.510,26	238,92		0+288,30	17,70-MI	AC-102	950.179,63	303.557,78	217,27		0+333,29	111,95-MI
MS-111	950.264,80	303.507,69	231,37		0+288,08	32,72-MI	MC-102	950.260,57	303.744,09	298,05			
MS-112	950.259,67	303.506,79	228,91		0+288,00	37,88-MI	MC-101	950.370,84	303.666,75	278,38			
MS-113	950.239,28	303.503,28	218,47		0+287,59	60,22-MI	MC-103	950.299,37	303.320,35	243,28			
MS-114	950.231,49	303.501,58	215,44		0+287,10	66,49-MI	MC-104	950.250,74	303.306,49				
MS-115	950.219,29	303.499,42	208,37		0+286,81	78,87-MI							
PSP-101	950.298,10	303.528,91	225,00	22,00	0+304,12	2,70-MD							
PSP-102	950.298,10	303.528,91	188,90	58,10	0+304,12	2,70-MD							
PSP-103	950.291,19	303.527,97	225,00	22,00	0+304,12	2,70-MI							
PSP-104	950.291,19	303.527,97	188,90	58,10	0+304,12	2,70-MI							
PSP-105	950.295,89	303.543,70	188,90	58,10	0+318,90	2,70-MD							
PSP-106	950.288,97	303.542,68	188,90	58,10	0+318,90	2,70-MI							
PSP-107	950.295,42	303.567,05	209,10	37,90	0+342,97	2,70-MI							
PSP-108	950.288,43	303.567,31	225,00	22,00	0+342,97	2,70-MD							
PSP-109	950.295,42	303.567,05	201,10	45,90	0+342,97	2,70-MI							
PSP-110	950.288,43	303.567,31	201,10	45,90	0+342,97	2,70-MD							
PSP-111	950.297,81	303.614,99	226,90	20,10	0+390,97	2,70-MD							
PSP-112	950.290,81	303.615,25	233,18	13,82	0+390,97	2,70-MD							
PSP-113	950.290,81	303.615,25	226,90	20,10	0+390,97	2,70-MI							
PSP-114	950.215,94	303.515,94	188,98	18,00	0+304,76	79,80-MI							

PARA COMENTARIOS

- LEYENDA:
- - Piezometro "STAND PIPE" (PSP)
 - - Medidor de nivel de agua (MN)
 - ▲ - Acelerógrafos (AC)
 - ▼ - Monumentos Topográficos (MS)
 - ▽ - Mini Prismas (MP)
 - △ - Bench Mark (BM)

- NOTAS:
- 1- Todas las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
 - 2- Los instrumentos denominados Máster de Control, deberán construirse de acuerdo al detalle presentado en el plano 2555D-PD-D21-003, los que ya hayan sido construidos deberán ser reemplazados.
 - 3- Las localizaciones y cota de instalación de los instrumentos podrán sufrir alteraciones para adecuaciones de campo.
 - 4- La elevación de instalación de los piezómetros, es referente a la base del bulbo. Las elevaciones de los piezómetros de fundación pueden sufrir alteraciones debido a la posición del tope de la roca.
 - 5- Los detalles finales de instalación de los instrumentos deberán ser definidos por la empresa encargada de la instalación de acuerdo con la práctica corriente.
 - 6- Se recomienda que los piezómetros y medidores de nivel de agua sean instalados durante la ejecución del relleno.
 - 7- Los niveles de atención y alerta así como la frecuencia de las lecturas de los instrumentos serán definidas en el manual de operación de la presa a ser emitido en documento específico.
 - 8- Los detalles de los instrumentos están presentados en el Plano 2555D-PD-D21-003.
 - 9 - La especificación de los acelerógrafos están indicados en el plano: 2555D-PD-D21-010.
 - 10 - Los niveles de atención y alerta, así mismo, la frecuencia de las lecturas de los instrumentos se presentarán en el manual de auscultación: 2555D-MA-G21-002.



f									
e									
c.1	ED	LSS	JCF	JCF	30/05/14				
	REVISIÓN GENERAL								
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	GERENCIA	FECHA DE EMISION	RESP.	FECHA		
	ALTERACION								

TRACTEBEL Engineering
GDF SVEZ

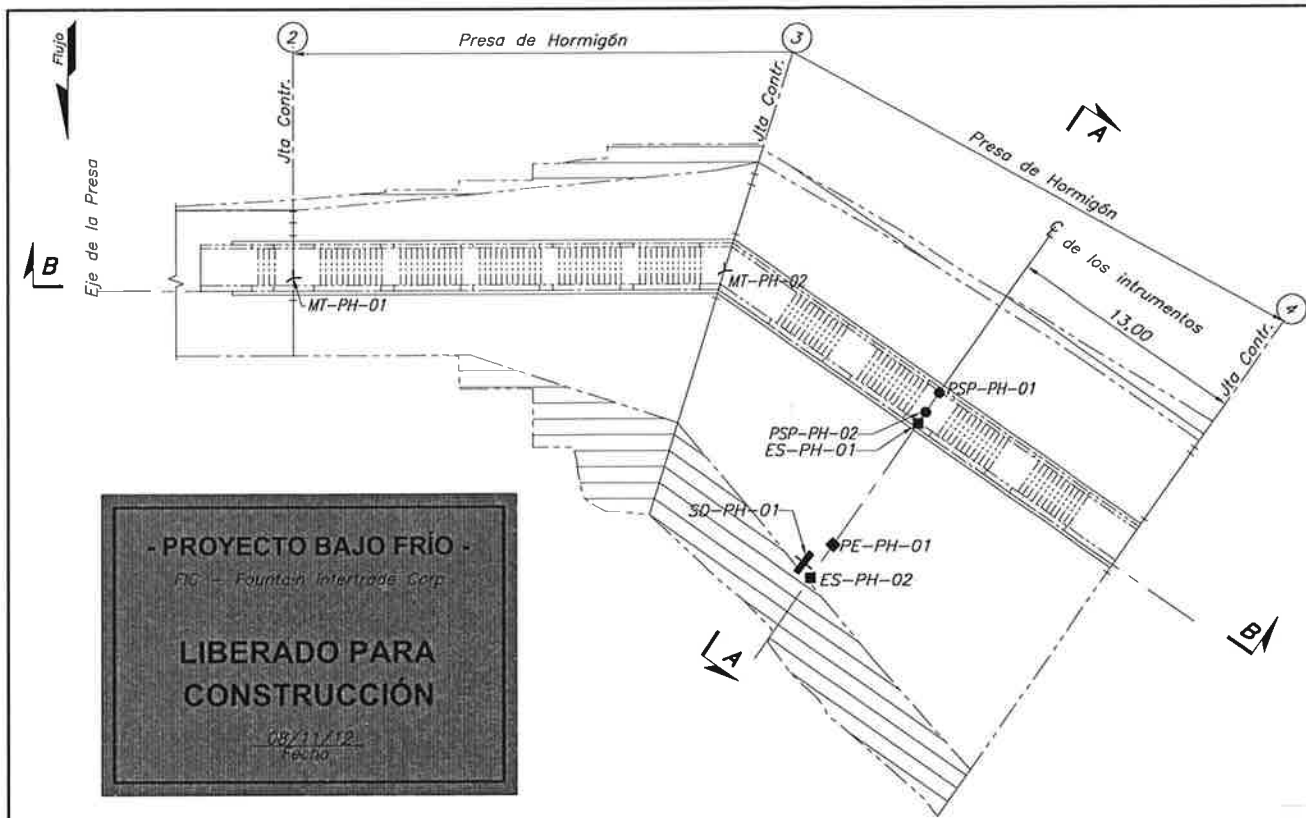
Proy.	Dibuj.	Conf.
FBA/LSS	FBA	LSS
JCF	JCF	JCF
GERENTE/COORD. DEL AREA	DIRECTOR TECNICO	
Aprob.		
Fecha		
25/04/2014		

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO

PH - LA POTRA
PRESA ENROCADO - MARGEN IZQUIERDA
INSTRUMENTACIÓN
SECCIONES

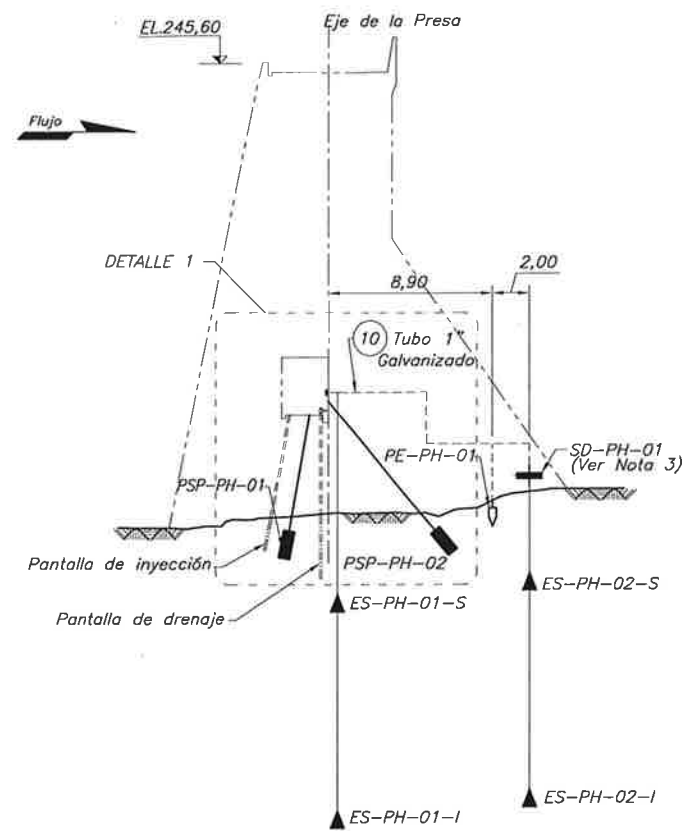
Nº 2555D
PD-D21-002
Rev. C.1

FOUNTAIN INTERTRADE CORP.

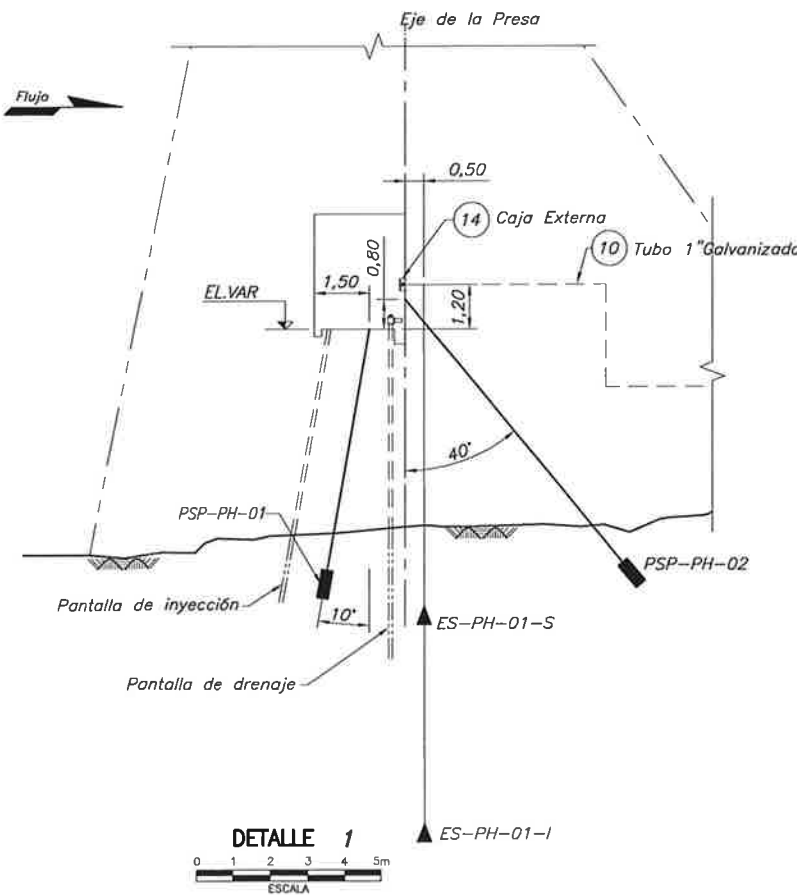


- PROYECTO BAJO FRÍO -
 FIG. - Mountain Intertrade Corp.
LIBERADO PARA CONSTRUCCIÓN
 08/11/12
 Fecha

PLANTA POR LA GALERÍA DE DRENADJE



SECCIÓN A-A



DETALLE 1
 ESCALA 0 1 2 3 4 5m

CUADRO RESUMEN DE INSTRUMENTOS

INSTRUMENTO	Cantidad (Unidad)	Número	Localización
Piezómetro Stand Pipe	2	PSP-PH-01	Presas de Hormigón
		PSP-PH-02	Presas de Hormigón
Piezómetro Eléctrico	1	PE-PH-01	Presas de Hormigón
Extensómetro	2	ES-PH-01	Presas de Hormigón
		ES-PH-02	Presas de Hormigón
Sensor de Desplazamiento	1	SD-PH-01	Presas de Hormigón
Medidor Triortogonal	2	MT-PH-01	Presas de Hormigón
		MT-PH-02	Presas de Hormigón

EXTENSÓMETRO

NÚMERO	INCLINACIÓN (*)	LONGITUD (*)	ELEVACIÓN DE INSTALACIÓN (**)	
			S (SUPERIOR)	I (INFERIOR)
ES-PH-01	VERTICAL	16,00	217,00	205,30
ES-PH-02	VERTICAL	16,00	218,00	206,40

PIEZÓMETRO ELÉCTRICO

NÚMERO	INCLINACIÓN (*)	LONGITUD (*)	ELEVACIÓN DE INSTALACIÓN (**)
PE-PH-01	VERTICAL	1,00	221,60

PIEZÓMETRO DE TUBO

NÚMERO	INCLINACIÓN (*)	LONGITUD (*)	ELEVACIÓN DE INSTALACIÓN (**)
PSP-PH-01	10° (AR)	1,00	220,00
PSP-PH-02	40° (AB)	1,00	221,00

* Angulo con relación al eje vertical medido para aguas arriba (AR) o aguas abajo (AB); Longitud referente a perforación en roca.
 ** Ver nota 2.

LEYENDA:

- ⊕ MT-PH-00 Medidor Triortogonal
- ⊕ SD-PH-00 Sensor de Desplazamiento
- ◆ ES-PH-00 Extensómetro
- ⊕ PE-PH-00 Piezómetro Eléctrico de Cuerda Vibrante
- PSP-PH-00 Psp - Piezómetro "Stand Pipe"

Correspondencia de los instrumentos:

PH - Presas de Hormigón
 00 - Numeración de los Instrumentos
 S/I - Superior/Inferior

① Indica ítem del listado de materiales

Jta Contr. - Junta de Contracción

NOTAS:

- 1 - Todas las dimensiones están en metro y las elevaciones en metro sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
- 2 - Las longitudes de los huecos y elevaciones de instalación de los instrumentos son estimados y serán confirmados por el geólogo durante la construcción.
- 3 - La utilización del sensor de desplazamiento, en la ubicación indicada, es para posibilitar la medición del extensómetro adjunto a él.
- 4 - Los valores límites de las medidas hechas en los instrumentos serán establecidos en documento específico para que sea posible la evaluación de la seguridad de las estructuras.
- 5 - Caso sea detectado juntas permeables durante los servicios de inyección de la roca en la fundación, deberá ser instalado un piezómetro para monitorizar.
- 6 - Las características del mortero para llenado de los huecos deberán ser confirmados en la obra.
- 7 - Para listado de material, ver 2555D-LM-J21-001.

PLANO DE REFERENCIA:

2555D-PD-J16-001 - PH La Potra - Presa de Hormigón - Geometría.



c							
b							
a							
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	GERENCIA	FECHA DE EMISION	RESP.	FECHA ACEPTACION
	ALTERACION						

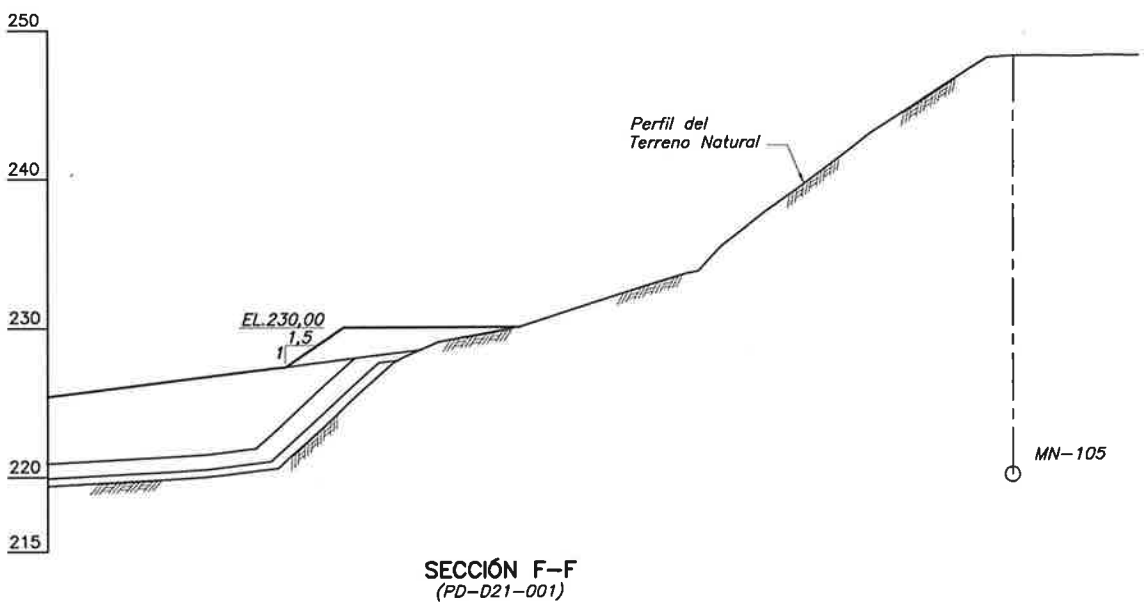
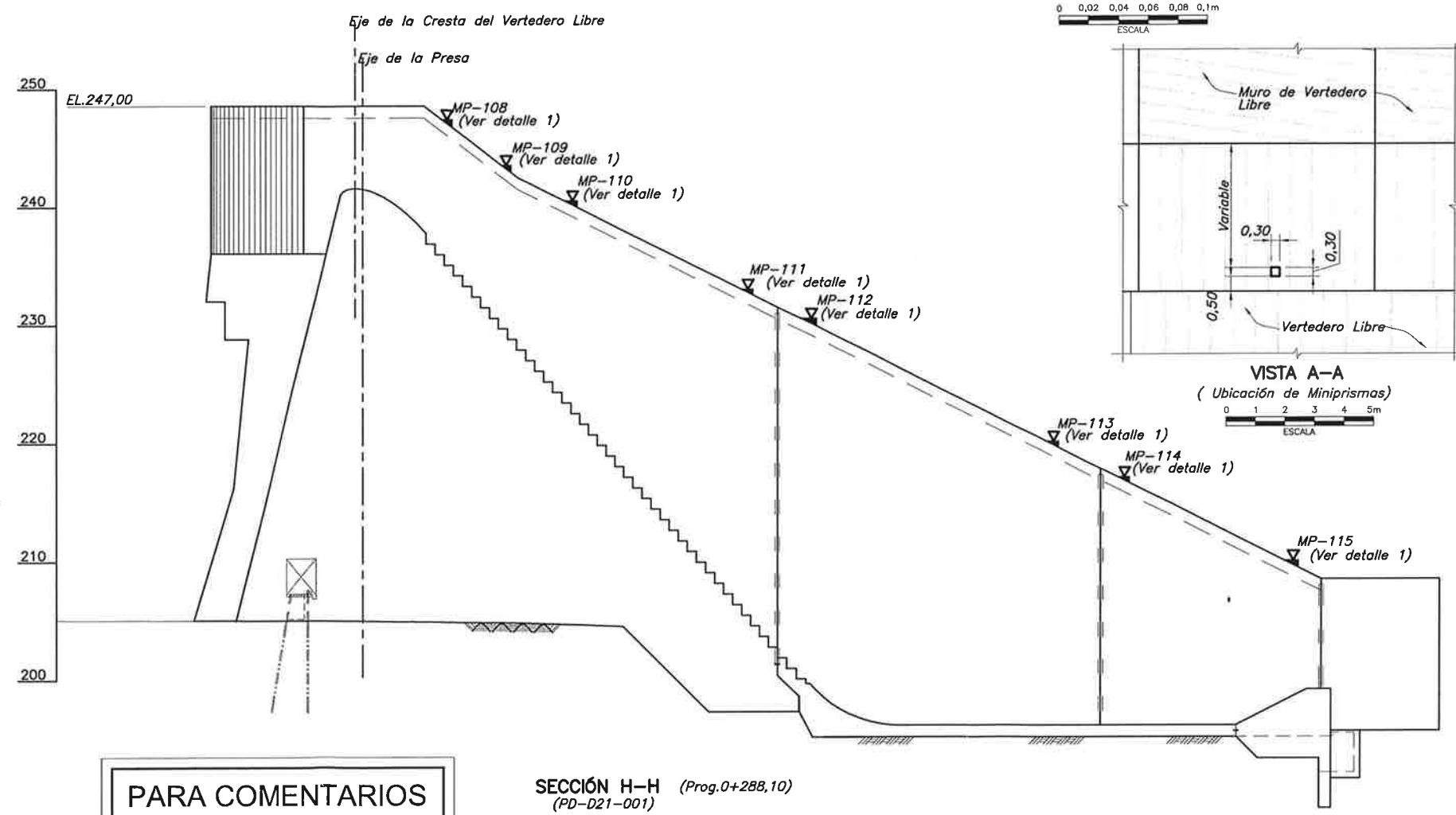
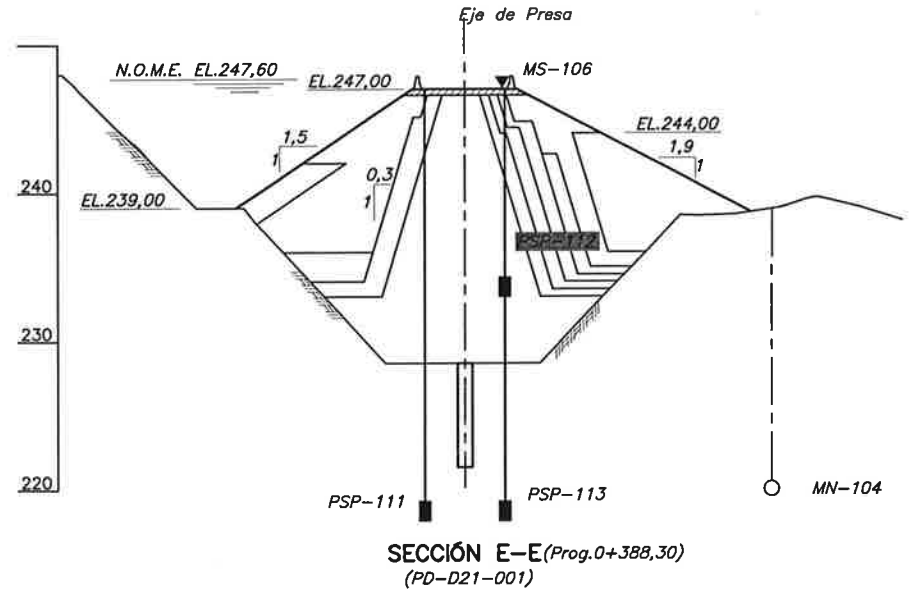
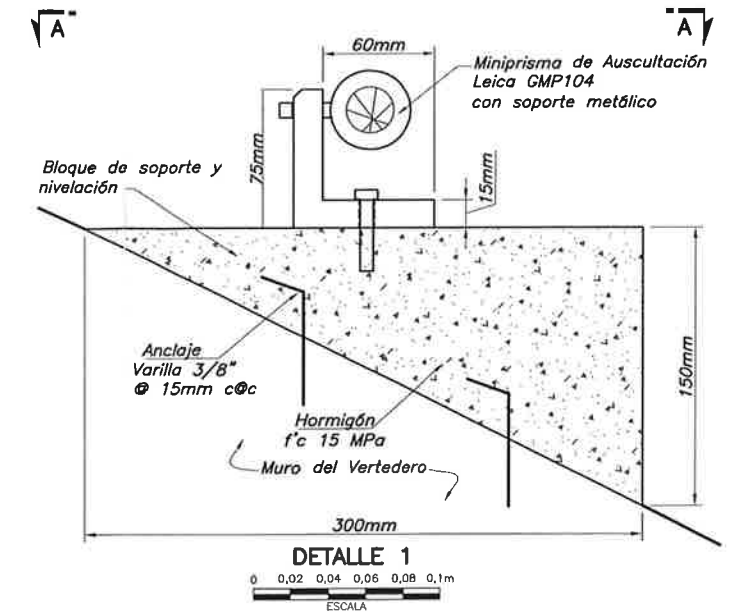
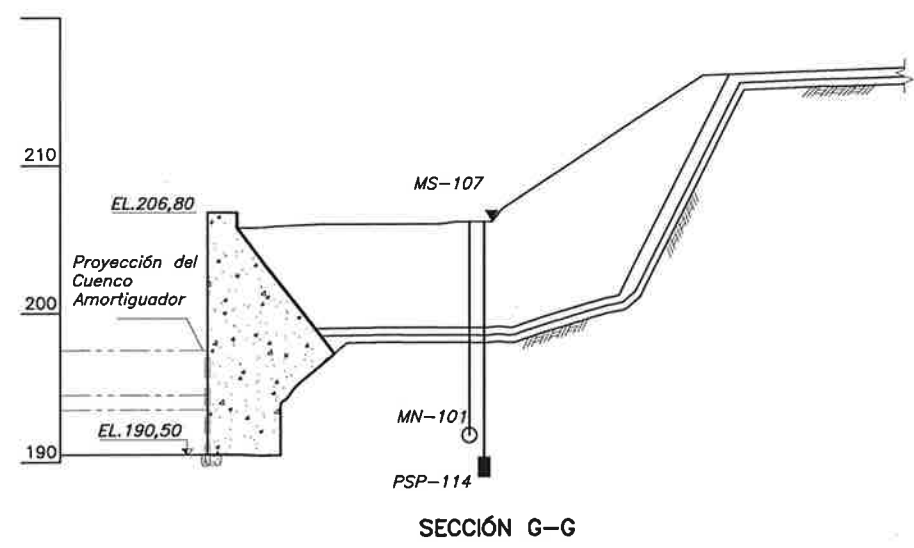
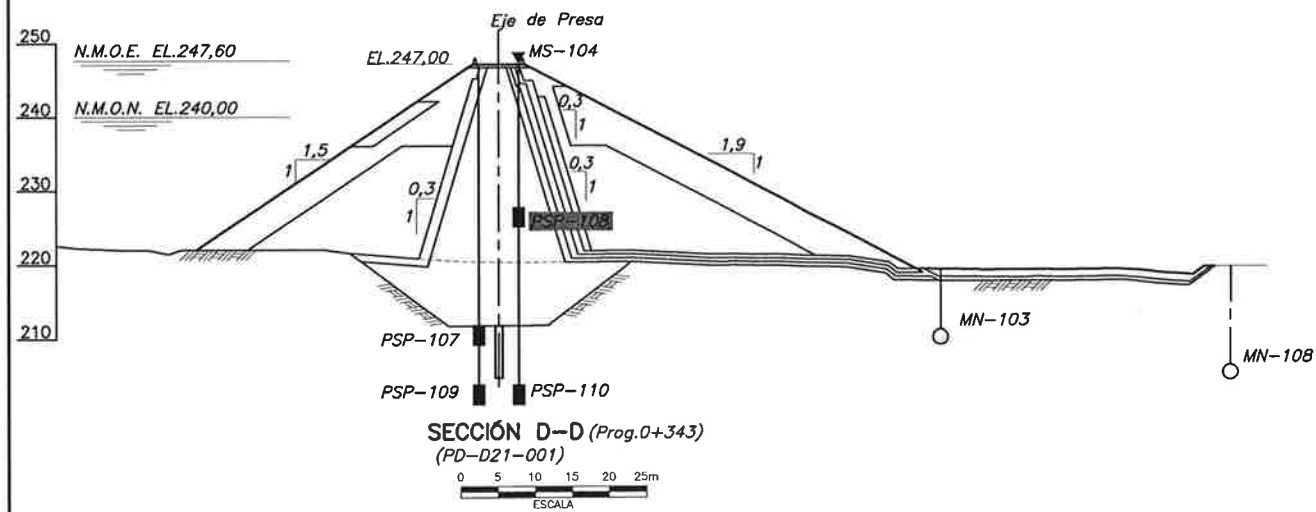
TRACTEBEL Engineering
 GDF SVEZ

Proy.	Dibuj.	Conf.
FPBS	FTS	LAGP
MRC/MJLC GERENTE/COORD. DEL AREA		
JCF DIRECTOR TECNICO		
Aprob.		
Fecha 26/10/2012		

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO MOUNTAIN INTERTRADE CORP.

PH LA POTRA
 PRESA DE HORMIGÓN
 INSTRUMENTACIÓN
 PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

Nº 2555D
 PD-J21-001
 Rev. 0
 HOJA 1/2



PARA COMENTARIOS

b							
a							
a							
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	GERENCIA	FECHA DE EMISION	RESP.	FECHA DE ACEPTACION
	ALTERACION						

NOTAS:
 1- Todas las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
 2- Para detalles de instrumentación ver planos 2555D-PD-P21-002 y 003
 3- Los detalles de barandas de seguridad serán emitidos en documento específico.
 4. Los mini prismas en el muro del vertedero libre deberán instalarse acompañado con el topógrafo, pues los mismos estarán referenciados a un Máster de Control del sitio La Potra.

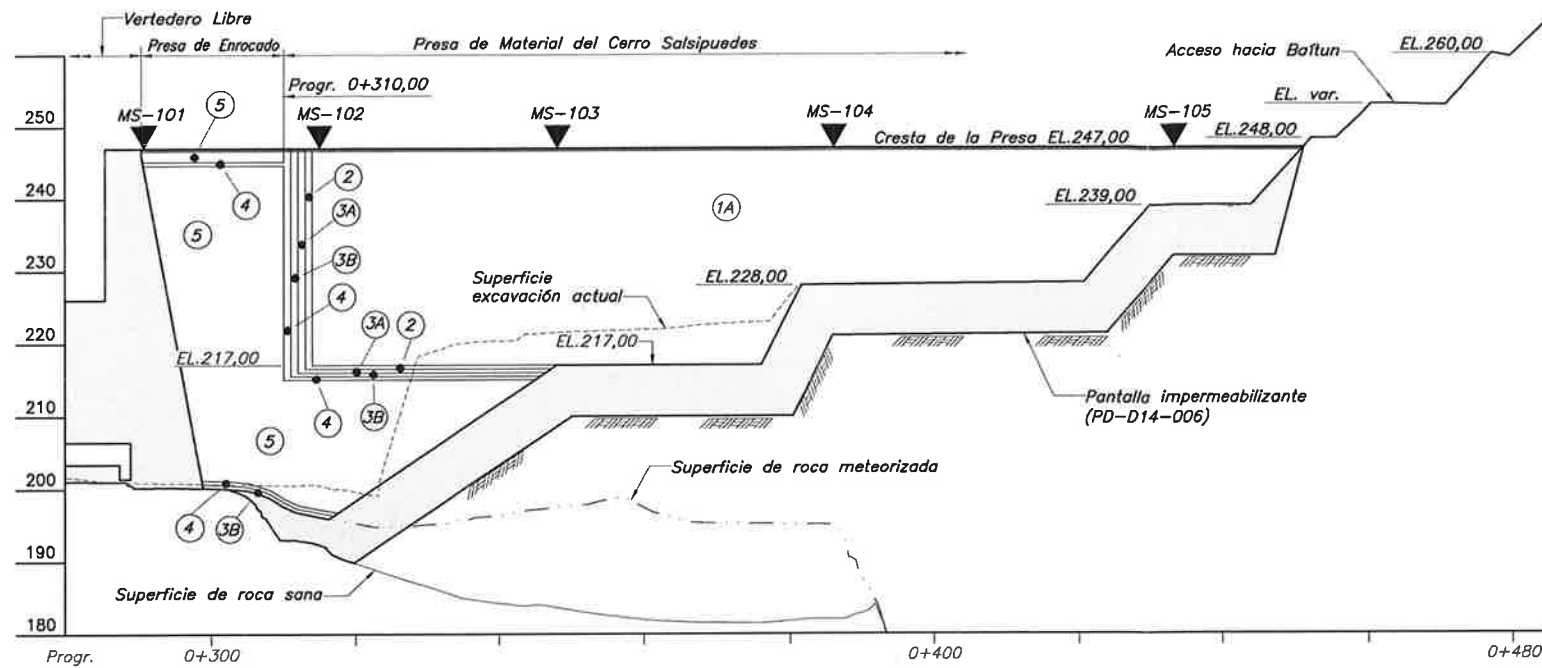
TRACTEBEL Engineering
 GDF SVEZ

Proy. EO	Dibuj. EO	Conf. LSS
JCF GERENTE/COORD. DEL AREA		
JCF DIRECTOR TECNICO		
Aprob.		
Fecha 29/05/2014		

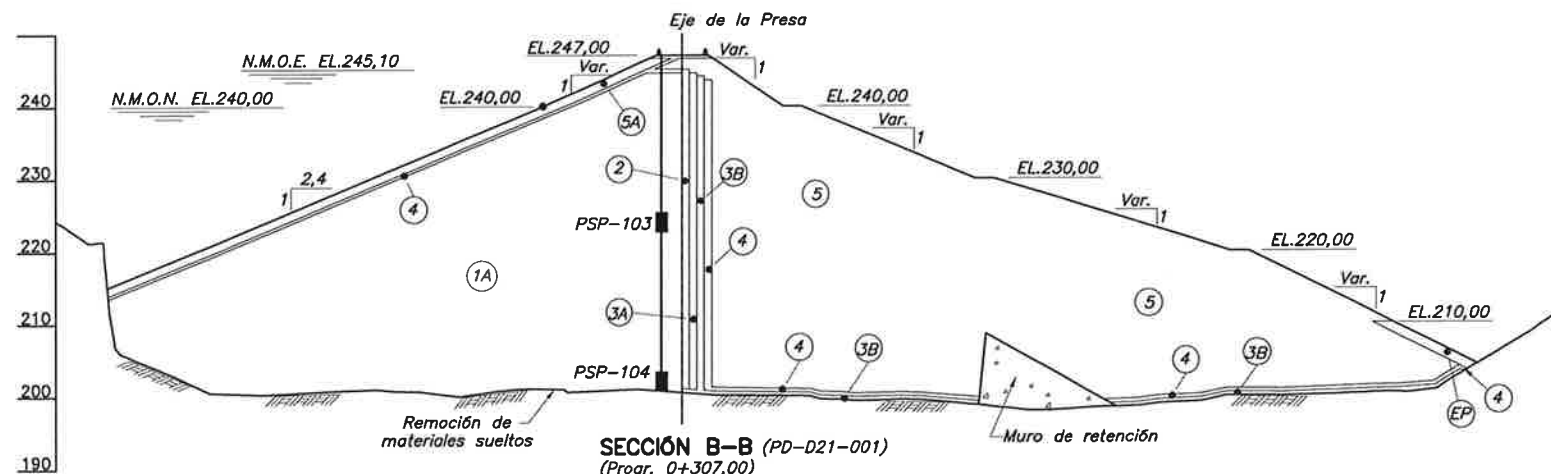
PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO POUNTAIN INTERTRADE CORR.

PH - LA POTRA
 PRESA ENROCADO - MARGEN IZQUIERDA
 INSTRUMENTACIÓN
 SECCIONES Y DETALLES

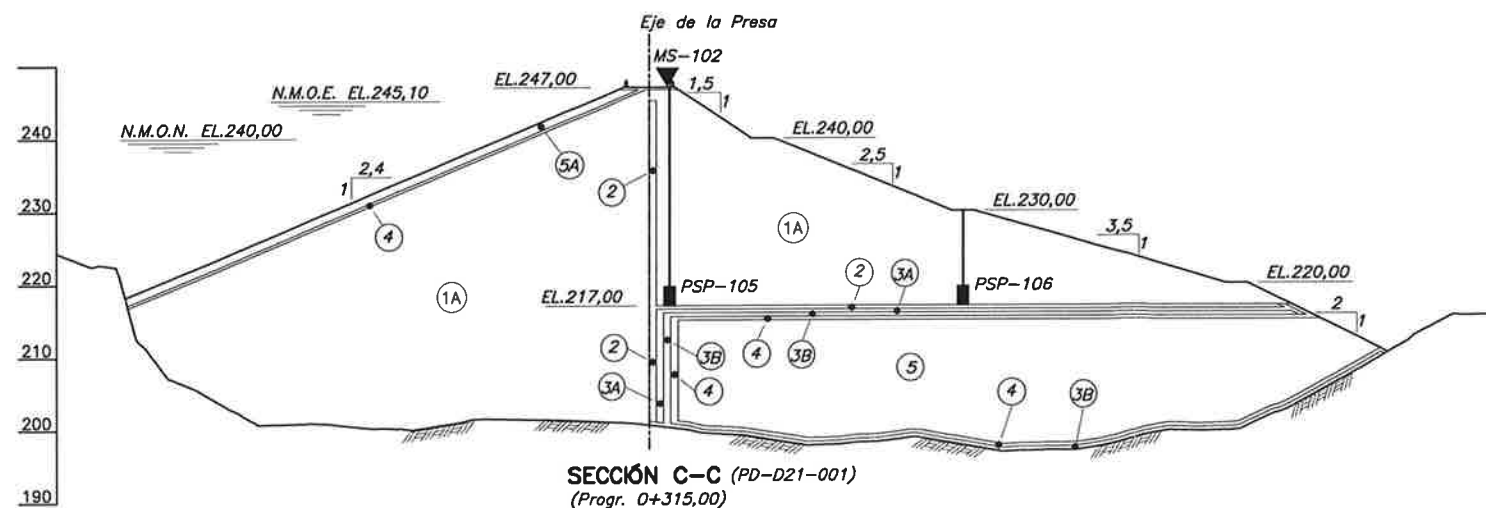
N° 2555D
PD-D21-004
Rev.0.1
HOJA
ARCH.



SECCIÓN A-A (PD-D21-001)



SECCIÓN B-B (PD-D21-001)
(Progr. 0+307,00)



SECCIÓN C-C (PD-D21-001)
(Progr. 0+315,00)

LEYENDA:

- ①A - Material del Cerro Salsipuedes
- ② - Arena
- ③A - Transición Fina Procesada
- ③B - Transición Media Procesada
- ④ - Transición Única - material no procesado
- ⑤ - Enrocado Bueno - material no procesado
- ⑤A - Enrocado de Protección $D_{50}=40cm$
- EP - Enrocado de Protección de aguas abajo ($D_{50}=50cm$)
- ▼ - Marcas superficiales
- - Piezómetro "STAND PIPE"

NOTAS:

1 - Todas las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.

- PROYECTO BAJO FRÍO -
FIC - Fountain Intertrade Corp

LIBERADO PARA CONSTRUCCIÓN

01/11/2013
Fecha



c									
b									
a	DA	JRIF/LSS	JCF	MMSC	25/10/13				
RENUMERACIÓN DE LOS PIEZÓMETROS PSP									
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	GERENCIA	FECHA DE EMISION	RESP.	FECHA DE ACEPTACION		
ALTERACION									

TRACTEBEL Engineering
GDF SVEZ

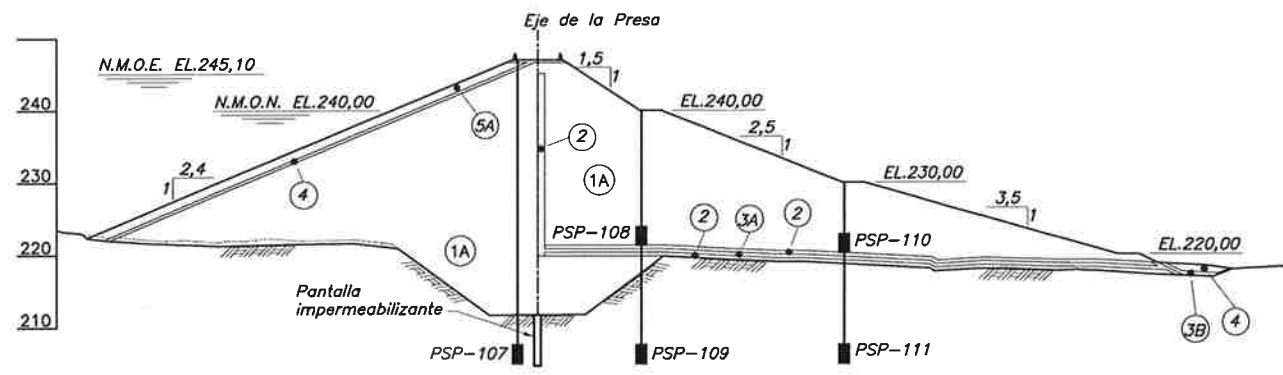
Proy.	Dibuj.	Conf.
ALMY	OA	LSS/JRIF
GERENTE/COORD. DEL AREA		
MMSC		
DIRECTOR TECNICO		
Aprob.		
Fecha		
09/10/2013		

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO

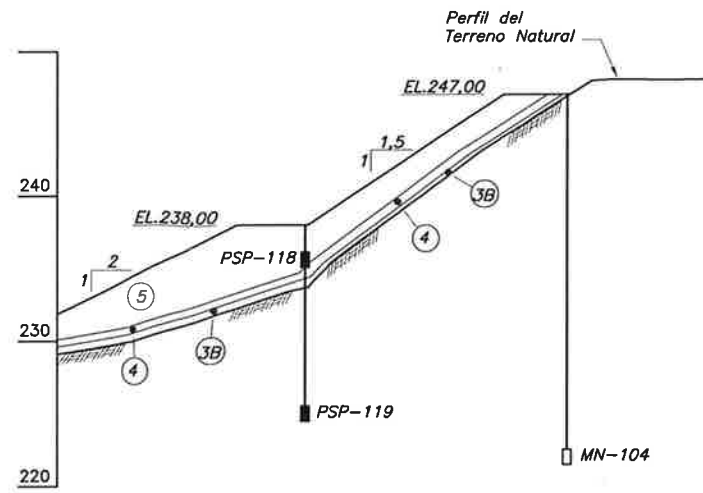
PH - LA POTRA
PRESA - MARGEN IZQUIERDA
INSTRUMENTACIÓN
SECCIONES

FOUNTAIN INTERTRADE CORP

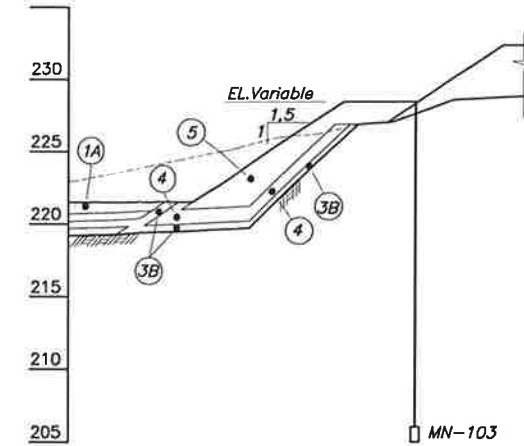
N° 25550
PD-D21-006
Rev. a
1/1



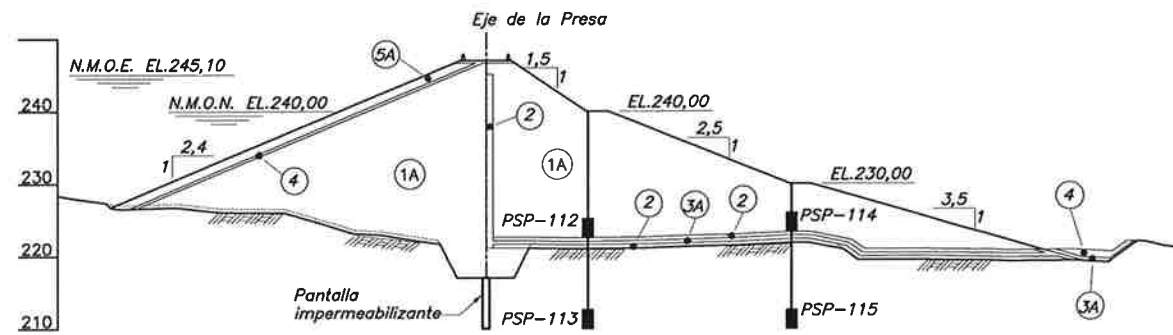
SECCIÓN D-D (PD-D21-001)
(Progr. 0+340,00)



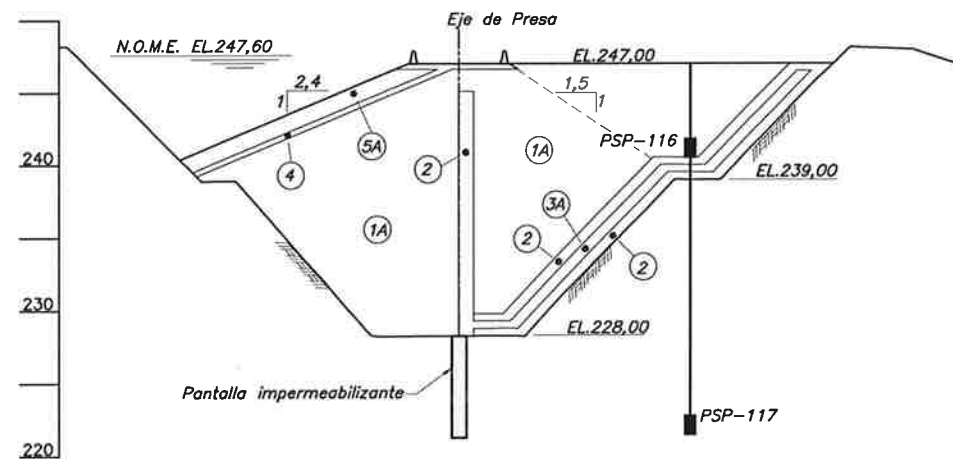
SECCIÓN G-G (PD-D21-001)
ESCALA 0 2,5 5 7,5 10 12,5m



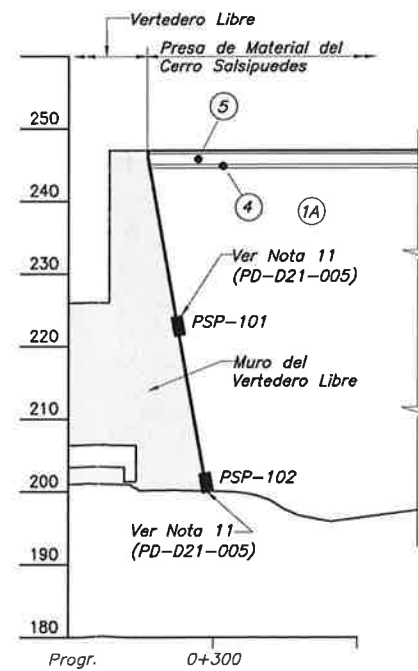
SECCIÓN H-H (PD-D21-001)
ESCALA 0 2,5 5 7,5 10 12,5m



SECCIÓN E-E (PD-D21-001)
(Progr. 0+360,00)



SECCIÓN F-F (PD-D21-001)
(Progr. 0+415,00)
ESCALA 0 2,5 5 7,5 10 12,5m



SECCIÓN J-J (PD-D21-001)
Progr. 0+300

- PROYECTO BAJO FRÍO -
FIC - Fountain Intertrade Corp

LIBERADO PARA CONSTRUCCIÓN
03/12/2013
Fecha

LEYENDA:

- 1A - Material del Cerro Salsipuedes
- 2 - Arena
- 3A - Transición Fina Procesada
- 3B - Transición Media Procesada
- 4 - Transición Única - material no procesado
- 5 - Enrocado Bueno - material no procesado
- 5A - Enrocado de Protección $D_{50}=40cm$
- EP - Enrocado de Protección de aguas abajo ($D_{50}=50cm$)
- ▼ - Marcas superficiales
- - Piezómetro "STAND PIPE"
- - Medidor de nivel de agua (MN)

NOTAS:

1- Todas las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.

ESCALA - EXCEPTO DONDE SE INDIQUE 0 10 20 30 40 50m

c									
b									
a	OA	JRIF/LSS	JCF	MMSC	25/10/13				
REV.	ELAB.	VERIF.	VISTO	GERENCIA	FECHA DE	RESP.	FECHA		
	ALTERACION				EMISION		ACEPTACION		

TRACTEBEL Engineering
GDF SVEZ

Proy.	Dibuj.	Conf.
ALMY	OA	LSS/IRTF
JCF GERENTE/COORD. DEL AREA		
MMSC DIRECTOR TECNICO		
Aprob.		
Fecha 09/10/2013		

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BAJO FRÍO

PH - LA POTRA
PRESA - MARGEN IZQUIERDA
INSTRUMENTACIÓN
SECCIONES

FOUNTAIN INTERTRADE CORP.	N° 2555D
	PD-D21-007
	Rev. 0
HUK	1/1
ARCH	

SIMULACIONES

RESULTADOS PARA LOS PERIODOS DE RETORNO 1:10, 1:50, 1:100, 1:1000 Para el esenario No.1: “Bajo condiciones de crecidas ordinaras y extraordinarias”

En la Figura 15 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.1, con un periodo de retorno de 1:10 años, en la Tabla 28 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la Tabla 29 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas # 4 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

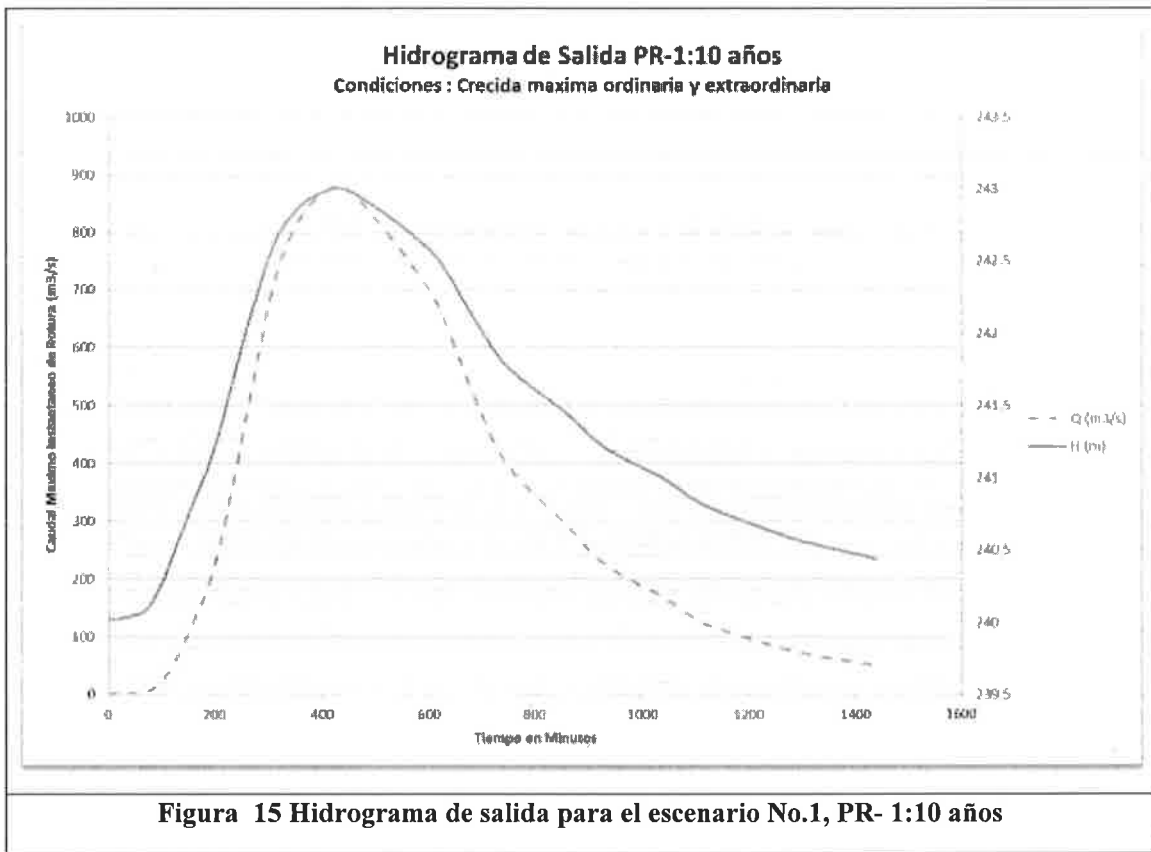


Tabla 28 Datos Hec-RAS para el caudal, PR- 1:10 años

Estación (m)	Caudal (m ³ /s)	Cota de fondo de río (m)	Elevación de crecida (m)	Velocidad (m/s)	Ancho Huella (m)
12800.00	879.58	206.25	243.01	0.15	276.02
12790.00	879.58	206.08	243.01	0.15	278.92
12558.00	879.5	202.2	243.01	0.28	288.45
12400	Estructura de la Presa				
	879.5	201.58	206.14	4.48	70.93
12303.00	979.49	198.88	203.13	6.03	70.14
12133.50	979.47	196.28	200.29	3.6	111.04
12000.00	979.45	195.65	199.08	4.03	118.67
11771.73	979.34	192.62	197.31	3	121.49
11600.00	979.23	191.68	196.82	2.79	211.1

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
11400.00	979.21	189.28	196.34	2.01	114.61
11200.00	979.19	189.79	194.49	6.11	58.92
10975.24	979.13	186.67	191.46	2	139.31
10715.24	979.12	185.29	189.4	5.62	71.54
10600.00	979.11	182.07	187.36	4.75	72.62
10391.31	979.09	180.12	184.58	4.71	72.14
10221.00	979.08	178.18	183.29	3.9	82.35
10200.00	979.08	177.94	183.36	3.39	89.56
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	979.08	177.89	183.28	3.47	86.7
10171.40	979.07	177.75	183.14	3.49	81.74
10000.00	979.06	176.58	181.32	4.93	79.22
9755.08	979.04	172.96	177.34	4.34	83.49
9492.22	978.98	169.33	174.61	2.95	104.89
9400.00	978.97	168.27	174.53	2.23	107.63
9200.00	978.96	168.74	172.89	4.82	69.43
8880.01	978.94	164.75	168.22	5.57	80.44
8719.35	978.91	160.75	166.22	2.45	115.85
8523.56	978.88	160.2	164.91	4.27	98.73
8316.68	978.86	158.64	162.6	5.04	78.59
8128.01	978.85	156.44	160.02	5.23	88.13
8000.00	978.83	154.7	157.98	4.7	119.82
7800.00	978.81	151.8	156.17	3.25	139.17
7600.00	978.78	151.16	154.55	4.66	138.22
7400.00	978.75	149.05	152.71	3.39	188.58
7200.00	978.71	147.93	151.35	2.02	176.29
6985.92	978.67	145.42	149.4	4.5	136.83
6798.24	978.66	143.17	146.79	4.55	114.15
6613.88	978.64	141.35	144.56	3.82	176.42
6411.55	978.6	139.57	142.94	3.05	244.94
6195.56	978.58	137.02	140.75	3.39	150.76
5997.89	978.57	135.56	138.27	3.63	242.83
5800.27	978.54	133.73	136.2	2.43	278.1
5597.10	978.51	131.32	134.34	2.77	184.45
5402.61	978.49	129.7	132.44	3.87	139.63
5200.17	978.47	126.65	129.67	3.1	167.67
4993.88	978.45	123.85	127.05	2.89	152.61
4797.55	978.43	122.44	125.26	3.7	137.87
4593.32	978.39	119.41	123.9	2.48	129.66
4390.79	978.37	118.12	122.17	4.18	96.91
4198.40	978.35	116	119.43	4.45	102.57
4002.70	978.34	113.95	117.02	2.69	276.79
3806.88	978.31	112.08	114.72	2.55	269.57
3613.42	978.29	110.34	112.61	2.9	274.74

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
3393.85	978.27	106.74	109.55	2.45	213.54
3214.85	978.25	105.47	108.29	2.71	224.53
3044.02	978.23	104.14	106.45	2.81	232.66
2786.37	978.2	100.95	103.88	3.33	140.53
2581.73	978.18	98.05	102.03	3.21	151.6
2392.12	978.16	96.89	100.21	3.3	143.06
2209.87	978.14	94.59	98.36	3.91	134.21
2037.26	978.13	93.53	96.9	3.23	138.77
1800.00	978.1	92.93	95.62	2.39	234.74
1578.74	978.08	90.41	93.4	2.74	228.74
1421.56	978.05	88.96	91.87	2.61	201.74
1316.38	977.99	87.5	91.36	2.53	161.21
1274.83	977.95	86.92	91.16	2.58	152.89
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	977.98	86.79	90.16	3.64	135.94
1218.83	977.96	86.49	89.87	3.26	149.78
986.91	985.95	84.71	87.26	2.46	453.65
798.17	979.36	83.78	86.09	1.97	415.33
569.98	978.1	82.41	84.37	2.45	310.04
402.18	977.97	80.59	82.57	2.46	306.92
200.00	977.9	78.37	80.7	2.56	308.01

Tabla 29 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR- 1:10 años

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	4.56	0.48	28.8	6.402	3.73
0.01	0.6	0.267	4.25	0.49	29.4	6.600	2.71
0.02	1.2	0.400	4.01	0.51	30.6	6.803	2.47
0.03	1.8	0.628	3.43	0.53	31.8	6.997	3.02
0.05	3	0.800	4.69	0.55	33	7.200	2.74
0.07	4.2	1.000	5.14	0.56	33.6	7.406	3.02
0.09	5.4	1.200	7.06	0.58	34.8	7.602	3.2
0.11	6.6	1.425	4.7	0.6	36	7.807	2.82
0.12	7.2	1.685	4.79	0.62	37.2	8.009	4.49
0.15	9	1.800	4.11	0.63	37.8	8.202	4.05
0.15	9	2.009	5.29	0.65	39	8.397	3.43
0.16	9.6	2.179	4.46	0.66	39.6	8.593	3.07

Tiempo de onda	Distancia	Tirante	Tiempo de onda	Distancia	Tirante		
0.17	10.2	2.200	5.11	0.68	40.8	8.787	2.64
0.18	10.8	2.205	5.42	0.7	42	9.006	2.27
0.18	10.8	2.229	5.39	0.72	43.2	9.185	2.81
0.18	10.8	2.400	5.39	0.74	44.4	9.356	2.82
0.19	11.4	2.645	4.74	0.76	45.6	9.614	2.31
0.2	12	2.908	4.38	0.78	46.8	9.818	2.93
0.22	13.2	3.000	5.28	0.8	48	10.008	3.98
0.23	13.8	3.200	6.26	0.81	48.6	10.190	3.32
0.25	15	3.520	4.15	0.83	49.8	10.363	3.77
0.27	16.2	3.681	3.47	0.84	50.4	10.600	3.37
0.28	16.8	3.876	5.47	0.87	52.2	10.821	2.69
0.3	18	4.083	4.71	0.89	53.4	10.978	2.99
0.31	18.6	4.272	3.96	0.9	54	11.084	2.91
0.32	19.2	4.400	3.58	0.92	55.2	11.125	3.86
0.33	19.8	4.600	3.28	0.92	55.2	11.134	4.24
0.34	20.4	4.800	4.37	0.92	55.2	11.181	3.37
0.36	21.6	5.000	3.39	0.92	55.2	11.413	3.38
0.38	22.8	5.200	3.66	0.94	56.4	11.602	2.55
0.39	23.4	5.414	3.42	0.97	58.2	11.830	2.31
0.41	24.6	5.602	3.98	1	60	11.998	1.96
0.43	25.8	5.786	3.62	1.02	61.2	12.200	1.98
0.44	26.4	5.988	3.21	1.04	62.4	12.400	2.33
0.46	27.6	6.204	3.37				

En la Figura 16 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.1, con un periodo de retorno de 1:50 años, en la Tabla 30 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la Tabla 31 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas # 4 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

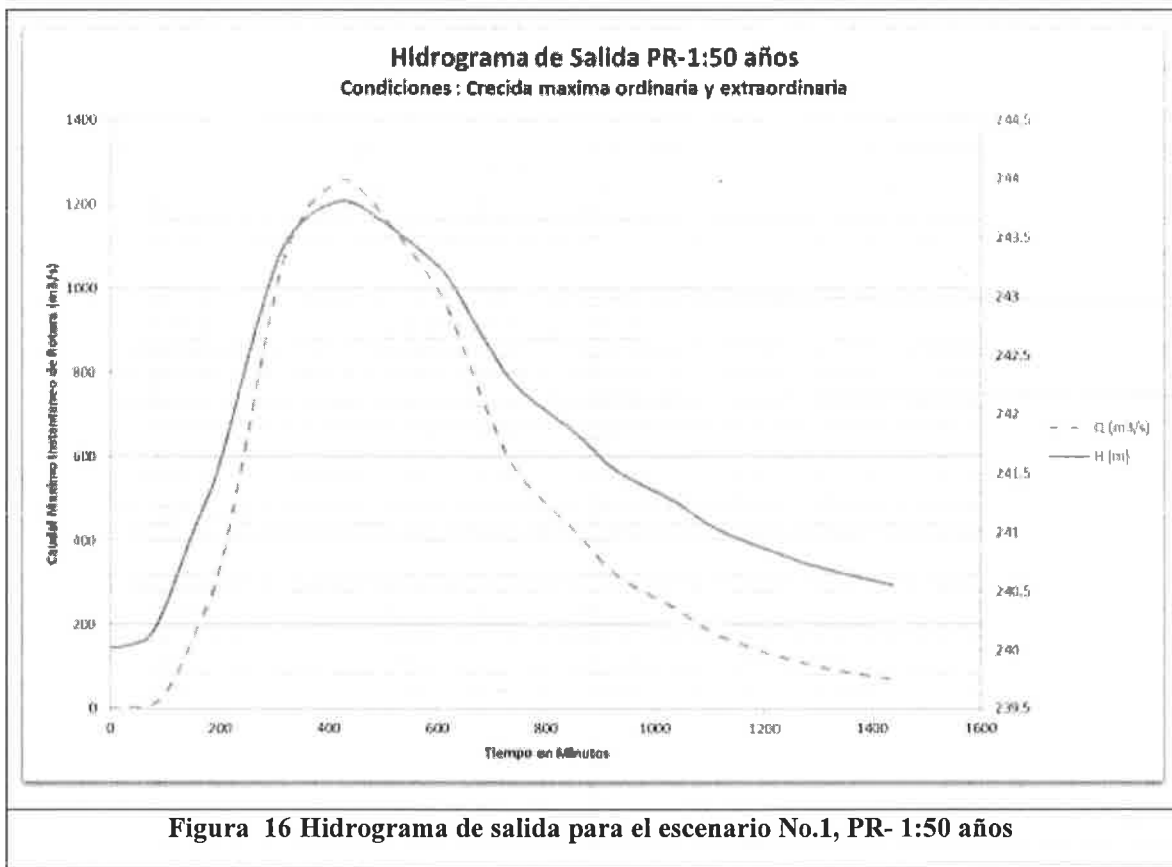


Tabla 30 Datos Hec-RAS para el caudal PR- 1:50 años

Estación (m)	Caudal (m ³ /s)	Cota de fondo de río (m)	Elevación de crecida (m)	Velocidad (m/s)	Ancho Huella (m)
12800.00	1259.06	206.25	243.82	0.21	282.52
12790.00	1259.06	206.08	243.82	0.21	285.43
12558.00	1258.96	202.2	243.82	0.39	292.53
12400	Estructura de la Presa				
	1258.96	201.58	206.86	5.25	78.16
12303.00	1358.94	198.88	203.68	6.88	76.79

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12133.50	1358.92	196.28	200.82	4.2	120.19
12000.00	1358.9	195.65	199.57	4.54	131.84
11771.73	1358.66	192.62	198.03	3.39	135.98
11600.00	1358.58	191.68	197.71	2.82	234.81
11400.00	1358.49	189.28	197.17	2.32	122.15
11200.00	1358.48	189.79	195.12	6.83	63.78
10975.24	1358.43	186.67	192.24	2.26	146.74
10715.24	1358.39	185.29	190.03	6.14	77.82
10600.00	1358.36	182.07	188.02	5.36	78.32
10391.31	1358.35	180.12	185.32	5.13	79.82
10221.00	1358.31	178.18	183.96	4.46	89.73
10200.00	1358.32	177.94	184.06	3.93	96.93
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	1358.32	177.89	183.95	4.04	94.61
10171.40	1358.32	177.75	183.78	4.1	88.84
10000.00	1358.3	176.58	181.94	5.44	85.8
9755.08	1358.28	172.96	177.97	4.85	90.29
9492.22	1358.19	169.33	175.4	3.25	113.38
9400.00	1358.18	168.27	175.32	2.6	113.22
9200.00	1358.16	168.74	173.6	5.33	76.2
8880.01	1358.13	164.75	168.79	6.08	86.89
8719.35	1348.51	160.75	167	2.74	125.66
8523.56	1357.99	160.2	165.55	5.05	139.33
8316.68	1357.96	158.64	163.24	5.64	85.46
8128.01	1357.95	156.44	160.59	5.86	95.35
8000.00	1357.93	154.7	158.48	5.27	129.89
7800.00	1357.9	151.8	156.75	3.71	155.47
7600.00	1357.85	151.16	155.03	5.22	154.54
7400.00	1357.8	149.05	153.23	3.74	199.31
7200.00	1357.77	147.93	151.97	2.29	183.9
6985.92	1357.72	145.42	149.96	4.81	147.61
6798.24	1357.69	143.17	147.3	5.08	125.54
6613.88	1357.67	141.35	145.01	4.24	190.21
6411.55	1357.61	139.57	143.4	3.38	271.12
6195.56	1357.57	137.02	141.18	3.83	170.58
5997.89	1357.54	135.56	138.66	3.96	254.75
5800.27	1357.51	133.73	136.58	2.66	289.5
5597.10	1357.46	131.32	134.82	3.04	200.06
5402.61	1357.43	129.7	132.86	4.34	145.58
5200.17	1357.41	126.65	130.09	3.52	172.19
4993.88	1357.37	123.85	127.57	3.22	159.89
4797.55	1357.36	122.44	125.75	4.07	144.35
4593.32	1357.31	119.41	124.58	2.79	137.75

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
4390.79	1357.28	118.12	122.73	4.67	103.94
4198.40	1357.26	116	119.91	5.02	111.51
4002.70	1357.25	113.95	117.31	3.06	281.82
3806.88	1357.22	112.08	115.05	2.87	275.01
3613.42	1357.19	110.34	112.9	3.29	286.61
3393.85	1357.17	106.74	109.96	2.79	219.09
3214.85	1357.14	105.47	108.67	3.04	227.94
3044.02	1357.11	104.14	106.83	3.13	239.46
2786.37	1357.08	100.95	104.33	3.78	145.89
2581.73	1357.06	98.05	102.52	3.56	162.25
2392.12	1357.02	96.89	100.76	3.63	152.2
2209.87	1356.98	94.59	98.85	4.37	144.74
2037.26	1356.94	93.53	97.35	3.7	159.53
1800.00	1356.88	92.93	96.01	2.71	243.66
1578.74	1356.83	90.41	93.76	3.08	234.65
1421.56	1356.77	88.96	92.48	2.68	227.73
1316.38	1356.69	87.5	92.01	2.75	176.02
1274.83	1356.65	86.92	91.83	2.8	167.96
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	1356.67	86.79	90.63	4.04	148.59
1218.83	1356.65	86.49	90.32	3.66	162.62
986.91	1366.61	84.71	87.63	2.58	466.92
798.17	1358.8	83.78	86.37	2.21	419.49
569.98	1356.94	82.41	84.66	2.77	316.27
402.18	1356.67	80.59	82.88	2.74	313.52
200.00	1356.59	78.37	81.01	2.89	321.48

Tabla 31 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:50 años

Tiempo de onda		Distancia (km)	Tirante (m)	Tiempo de onda		Distancia (km)	Tirante (m)
(hr)	(min)			(hr)	(min)		
0	0	0.097	5.28	0.44	26.4	6.402	4.16
0.01	0.6	0.267	4.8	0.45	27	6.600	3.1
0.02	1.2	0.400	4.54	0.47	28.2	6.803	2.85
0.03	1.8	0.628	3.92	0.49	29.4	6.997	3.5
0.05	3	0.800	5.41	0.5	30	7.200	3.16
0.06	3.6	1.000	6.03	0.51	30.6	7.406	3.44
0.09	5.4	1.200	7.89	0.53	31.8	7.602	3.72

Tiempo de onda	Distancia	Tirante	Tiempo de onda	Distancia	Tirante		
0.1	6	1.425	5.33	0.54	32.4	7.807	3.31
0.11	6.6	1.685	5.57	0.56	33.6	8.009	5.17
0.14	8.4	1.800	4.74	0.58	34.8	8.202	4.61
0.14	8.4	2.009	5.95	0.59	35.4	8.397	3.91
0.15	9	2.179	5.2	0.6	36	8.593	3.36
0.16	9.6	2.200	5.78	0.62	37.2	8.787	2.97
0.16	9.6	2.205	6.12	0.64	38.4	9.006	2.56
0.16	9.6	2.229	6.06	0.65	39	9.185	3.22
0.16	9.6	2.400	6.03	0.67	40.2	9.356	3.2
0.17	10.2	2.645	5.36	0.69	41.4	9.614	2.69
0.19	11.4	2.908	5.01	0.71	42.6	9.818	3.38
0.2	12	3.000	6.07	0.72	43.2	10.008	4.47
0.21	12.6	3.200	7.05	0.74	44.4	10.190	3.87
0.23	13.8	3.520	4.86	0.75	45	10.363	4.26
0.24	14.4	3.681	4.04	0.76	45.6	10.600	3.82
0.25	15	3.876	6.25	0.78	46.8	10.821	3.08
0.27	16.2	4.083	5.35	0.8	48	10.978	3.35
0.28	16.8	4.272	4.6	0.82	49.2	11.084	3.52
0.29	17.4	4.400	4.15	0.83	49.8	11.125	4.51
0.3	18	4.600	3.78	0.83	49.8	11.134	4.91
0.31	18.6	4.800	4.95	0.83	49.8	11.181	3.84
0.33	19.8	5.000	3.87	0.84	50.4	11.413	3.83
0.34	20.4	5.200	4.18	0.86	51.6	11.602	2.92
0.36	21.6	5.414	4.04	0.88	52.8	11.830	2.59
0.38	22.8	5.602	4.54	0.9	54	11.998	2.25
0.39	23.4	5.786	4.13	0.92	55.2	12.200	2.29
0.4	24	5.988	3.66	0.94	56.4	12.400	2.64
0.42	25.2	6.204	3.83				

En la Figura 17 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.1, con un periodo de retorno de 1:100 años, en la Tabla 32 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la

Tabla 33 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas #4 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

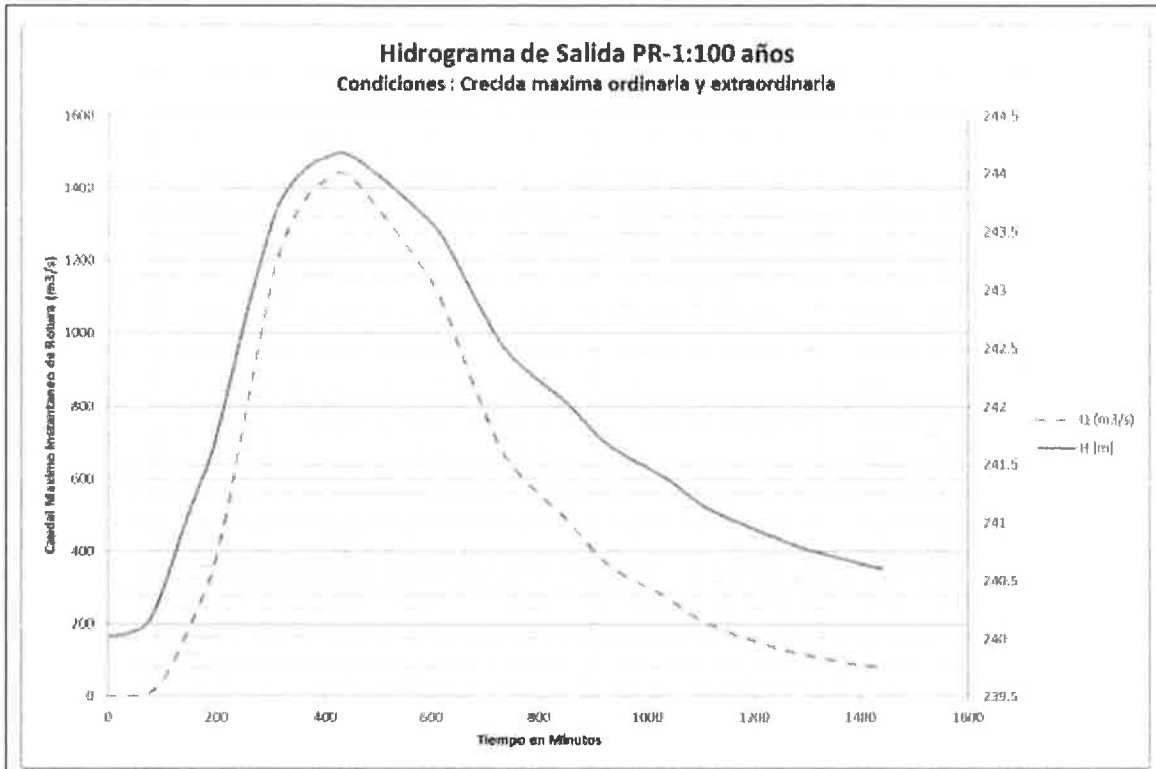


Figura 17 Hidrograma de salida para el escenario No.1, PR- 1:100 años

Tabla 32 Datos Hec-RAS para el caudal, PR- 1:100 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	1443.53	206.25	244.19	0.23	285.44
12790.00	1443.53	206.08	244.19	0.23	288.34

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12558.00	1443.44	202.2	244.18	0.44	294.28
12400	Estructura de la Presa				
	1443.44	201.58	207.17	5.57	81.23
12303.00	1543.42	198.88	203.91	7.24	79.5
12133.50	1543.39	196.28	201.05	4.45	123.88
12000.00	1543.36	195.65	199.8	4.73	137.91
11771.73	1543.03	192.62	198.35	3.54	141.87
11600.00	1542.99	191.68	198.08	2.85	243.83
11400.00	1542.94	189.28	197.52	2.45	125.38
11200.00	1542.91	189.79	195.39	7.13	65.85
10975.24	1542.81	186.67	192.57	2.37	149.83
10715.24	1542.8	185.29	190.31	6.35	80.55
10600.00	1542.79	182.07	188.31	5.63	80.8
10391.31	1542.75	180.12	185.65	5.3	83.14
10221.00	1542.73	178.18	184.27	4.68	93.11
10200.00	1542.73	177.94	184.38	4.14	99.94
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	1542.73	177.89	184.25	4.28	98.17
10171.40	1542.72	177.75	184.06	4.35	92.05
10000.00	1542.7	176.58	182.21	5.64	88.66
9755.08	1542.67	172.96	178.24	5.07	92.88
9492.22	1542.61	169.33	175.73	3.4	116.71
9400.00	1542.59	168.27	175.65	2.77	115.54
9200.00	1542.53	168.74	173.9	5.53	79.1
8880.01	1542.51	164.75	169.04	6.28	89.74
8719.35	1542.37	160.75	167.31	2.9	129.59
8523.56	1542.34	160.2	165.87	5.2	156.94
8316.68	1542.31	158.64	163.52	5.9	88.4
8128.01	1542.29	156.44	160.83	6.13	98.45
8000.00	1542.27	154.7	158.71	5.5	134.34
7800.00	1542.21	151.8	157	3.9	162.48
7600.00	1542.18	151.16	155.23	5.46	159.61
7400.00	1542.14	149.05	153.46	3.89	203.94
7200.00	1542.06	147.93	152.23	2.4	187.19
6985.92	1542.04	145.42	150.19	4.96	152.15
6798.24	1542	143.17	147.51	5.31	130.26
6613.88	1541.98	141.35	145.21	4.41	196.31
6411.55	1541.92	139.57	143.66	3.42	283.01
6195.56	1541.86	137.02	141.37	4.03	178.89
5997.89	1540.3	135.56	138.83	4.11	259.56
5800.27	1541.81	133.73	136.75	2.75	294.2
5597.10	1541.76	131.32	135.03	3.15	206.83
5402.61	1541.74	129.7	133.04	4.54	148.14
5200.17	1541.72	126.65	130.27	3.7	174.18

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
4993.88	1541.7	123.85	127.81	3.36	163.09
4797.55	1541.66	122.44	125.97	4.22	147.23
4593.32	1541.6	119.41	124.87	2.93	140.83
4390.79	1541.58	118.12	122.97	4.89	106.87
4198.40	1541.56	116	120.08	5.32	114.27
4002.70	1541.55	113.95	117.43	3.22	284.1
3806.88	1541.51	112.08	115.2	3.01	277.44
3613.42	1541.49	110.34	113.03	3.46	291.46
3393.85	1541.46	106.74	110.13	2.93	221.5
3214.85	1541.41	105.47	108.83	3.2	229.35
3044.02	1541.4	104.14	107	3.25	242.6
2786.37	1541.35	100.95	104.53	3.97	148.21
2581.73	1541.31	98.05	102.74	3.7	166.84
2392.12	1541.28	96.89	100.99	3.78	156.09
2209.87	1541.25	94.59	99.06	4.56	149.39
2037.26	1541.23	93.53	97.53	3.92	168.16
1800.00	1541.19	92.93	96.18	2.84	247.28
1578.74	1541.15	90.41	93.92	3.21	237.34
1421.56	1541.07	88.96	92.76	2.69	239.89
1316.38	1541.05	87.5	92.3	2.84	182.55
1274.83	1541.04	86.92	92.12	2.88	174.46
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	1541.04	86.79	90.83	4.22	153.88
1218.83	1541.03	86.49	90.51	3.84	167.65
986.91	1541.01	84.71	87.79	2.62	471.25
798.17	1540.96	83.78	86.49	2.31	421.32
569.98	1540.91	82.41	84.79	2.91	319.05
402.18	1540.88	80.59	83.02	2.86	316.48
200.00	1540.85	78.37	81.15	3.04	327.34

Tabla 33 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:100 años

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	5.59	0.42	25.2	6.402	4.35
0.01	0.6	0.267	5.03	0.43	25.8	6.600	3.27
0.02	1.2	0.400	4.77	0.45	27	6.803	3.02
0.03	1.8	0.628	4.15	0.46	27.6	6.997	3.71

Tiempo de onda	Distancia	Tirante	Tiempo de onda	Distancia	Tirante		
0.04	2.4	0.800	5.73	0.48	28.8	7.200	3.34
0.06	3.6	1.000	6.4	0.49	29.4	7.406	3.62
0.08	4.8	1.200	8.24	0.51	30.6	7.602	3.96
0.09	5.4	1.425	5.6	0.52	31.2	7.807	3.53
0.11	6.6	1.685	5.9	0.54	32.4	8.009	5.46
0.13	7.8	1.800	5.02	0.55	33	8.202	4.85
0.13	7.8	2.009	6.24	0.56	33.6	8.397	4.08
0.14	8.4	2.179	5.53	0.58	34.8	8.593	3.48
0.15	9	2.200	6.09	0.59	35.4	8.787	3.12
0.15	9	2.205	6.44	0.61	36.6	9.006	2.69
0.15	9	2.229	6.36	0.63	37.8	9.185	3.39
0.16	9.6	2.400	6.31	0.64	38.4	9.356	3.36
0.17	10.2	2.645	5.63	0.66	39.6	9.614	2.86
0.18	10.8	2.908	5.28	0.68	40.8	9.818	3.58
0.19	11.4	3.000	6.4	0.69	41.4	10.008	4.69
0.2	12	3.200	7.38	0.71	42.6	10.190	4.1
0.22	13.2	3.520	5.16	0.72	43.2	10.363	4.47
0.23	13.8	3.681	4.29	0.73	43.8	10.600	4
0.24	14.4	3.876	6.56	0.75	45	10.821	3.25
0.26	15.6	4.083	5.67	0.77	46.2	10.978	3.51
0.27	16.2	4.272	4.88	0.78	46.8	11.084	3.8
0.28	16.8	4.400	4.39	0.79	47.4	11.125	4.8
0.29	17.4	4.600	4.01	0.8	48	11.134	5.2
0.3	18	4.800	5.2	0.8	48	11.181	4.04
0.31	18.6	5.000	4.07	0.8	48	11.413	4.02
0.33	19.8	5.200	4.41	0.82	49.2	11.602	3.08
0.34	20.4	5.414	4.3	0.84	50.4	11.830	2.71
0.36	21.6	5.602	4.77	0.87	52.2	11.998	2.38
0.37	22.2	5.786	4.34	0.88	52.8	12.200	2.43
0.38	22.8	5.988	3.86	0.9	54	12.400	2.78
0.4	24	6.204	4.09				

En la Figura 18 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.1, con un periodo de retorno de 1:1000 años, en la Tabla 34 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la

Tabla 35 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas #4 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

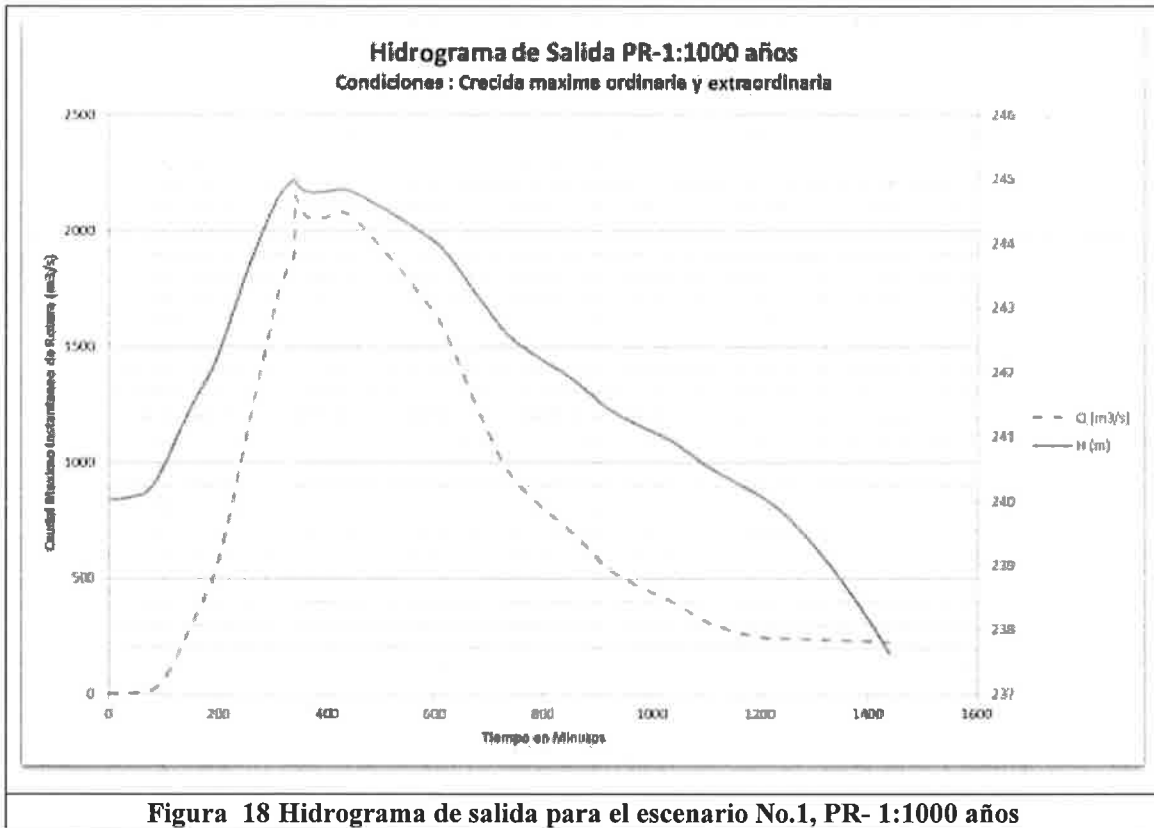


Figura 18 Hidrograma de salida para el escenario No.1, PR- 1:1000 años

Tabla 34 Datos Hec-RAS para el caudal, PR- 1:1000 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	1899.56	206.25	245.01	0.3	292.08
12790.00	1899.29	206.08	245.01	0.3	294.99
12558.00	1893.34	202.2	245	0.56	298.15
12400	Estructura de la Presa				

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
	2149.54	201.58	208.16	6.65	90.38
12303.00	2240.65	198.88	204.7	8.38	88.28
12133.50	2229.21	196.28	201.82	5.21	134.54
12000.00	2228.76	195.65	200.54	5.33	157.1
11771.73	2200.64	192.62	199.34	4	159.7
11600.00	2199.82	191.68	199.25	2.97	270.73
11400.00	2199.5	189.28	198.62	2.85	135.38
11200.00	2199.3	189.79	196.23	8	72.38
10975.24	2196.74	186.67	193.61	2.72	159.29
10715.24	2196.61	185.29	191.16	6.96	89.1
10600.00	2196.42	182.07	189.21	6.43	88.54
10391.31	2195.63	180.12	186.63	5.82	93.16
10221.00	2194.58	178.18	185.23	5.3	101.54
10200.00	2195.2	177.94	185.36	4.8	109.27
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	2195.18	177.89	185.2	4.96	107.66
10171.40	2195.1	177.75	184.94	5.12	101.95
10000.00	2194.54	176.58	183.05	6.24	97.56
9755.08	2194.15	172.96	179.06	5.72	100.3
9492.22	2192.44	169.33	176.58	3.96	125.39
9400.00	2192.42	168.27	176.49	3.37	121.48
9200.00	2192.27	168.74	174.78	6.25	86.81
8880.01	2191.78	164.75	169.83	6.85	98.67
8719.35	2190.38	160.75	168.21	3.36	147.76
8523.56	2188.98	160.2	166.92	5.26	188.05
8316.68	2188.93	158.64	164.36	6.65	97.42
8128.01	2188.82	156.44	161.56	6.95	107.74
8000.00	2188.62	154.7	159.46	6.13	168.14
7800.00	2187.27	151.8	157.79	4.38	213.55
7600.00	2186.93	151.16	155.85	6.12	170.65
7400.00	2186.18	149.05	154.18	4.29	218.67
7200.00	2185.2	147.93	153.05	2.73	197.35
6985.92	2184.42	145.42	150.87	5.44	165.62
6798.24	2184.22	143.17	148.14	6.06	144.18
6613.88	2183.77	141.35	145.81	4.94	214.74
6411.55	2182.89	139.57	144.34	3.71	310.8
6195.56	2182.24	137.02	141.9	4.64	200.11
5997.89	2181.6	135.56	139.31	4.62	273.01
5800.27	2181.47	133.73	137.29	3.01	308.86
5597.10	2180.79	131.32	135.67	3.49	220.47
5402.61	2180.46	129.7	133.61	5.12	156.19
5200.17	2180.19	126.65	130.83	4.22	180.35
4993.88	2179.76	123.85	128.52	3.77	172.19
4797.55	2179.16	122.44	126.68	4.6	156.38

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
4593.32	2178.75	119.41	125.73	3.37	149.94
4390.79	2178.41	118.12	123.69	5.51	115.92
4198.40	2178.3	116	120.61	6.26	122.05
4002.70	2177.99	113.95	117.82	3.71	290.31
3806.88	2177.8	112.08	115.65	3.41	284.91
3613.42	2177.52	110.34	113.42	3.93	297.96
3393.85	2177.14	106.74	110.68	3.35	228.98
3214.85	2176.92	105.47	109.34	3.65	233.83
3044.02	2176.58	104.14	107.56	3.58	252.82
2786.37	2176.1	100.95	105.13	4.54	155.28
2581.73	2175.73	98.05	103.4	4.09	181.1
2392.12	2175.56	96.89	101.69	4.21	167.93
2209.87	2175.53	94.59	99.71	5.16	163.25
2037.26	2175.49	93.53	98.1	4.52	185.3
1800.00	2175.45	92.93	96.69	3.23	258.42
1578.74	2157.81	90.41	94.41	3.61	245.36
1421.56	2132.38	88.96	93.56	2.75	271.24
1316.38	2125.39	87.5	93.1	3.1	201.57
1274.83	2123.01	86.92	92.95	3.09	192.61
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	2257.87	86.79	91.47	4.82	169.14
1218.83	2247.46	86.49	91.09	4.48	182.65
986.91	2217.43	84.71	88.33	2.81	482.76
798.17	2203.19	83.78	86.91	2.61	427.52
569.98	2196.55	82.41	85.19	3.33	327.78
402.18	2193.43	80.59	83.47	3.21	325.94
200.00	2192.43	78.37	81.59	3.45	337.32

Tabla 35 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR- 1:1000 años

Tiempo de onda		Distancia (km)	Tirante (m)	Tiempo de onda		Distancia (km)	Tirante (m)
(hr)	(min)			(hr)	(min)		
0	0	0.097	6.58	0.38	22.8	6.402	4.88
0.01	0.6	0.267	5.82	0.39	23.4	6.600	3.75
0.02	1.2	0.400	5.54	0.41	24.6	6.803	3.56
0.03	1.8	0.628	4.89	0.42	25.2	6.997	4.35
0.04	2.4	0.800	6.72	0.44	26.4	7.200	3.91
0.06	3.6	1.000	7.57	0.45	27	7.406	4.18

0.08	4.8	1.200	9.34	0.46	27.6	7.602	4.67
0.09	5.4	1.425	6.44	0.47	28.2	7.807	4.24
0.1	6	1.685	6.94	0.49	29.4	8.009	6.32
0.12	7.2	1.800	5.87	0.5	30	8.202	5.57
0.12	7.2	2.009	7.14	0.51	30.6	8.397	4.61
0.13	7.8	2.179	6.51	0.52	31.2	8.593	3.87
0.14	8.4	2.200	7.05	0.54	32.4	8.787	3.57
0.14	8.4	2.205	7.42	0.55	33	9.006	3.08
0.14	8.4	2.229	7.31	0.57	34.2	9.185	3.94
0.14	8.4	2.400	7.19	0.58	34.8	9.356	3.87
0.15	9	2.645	6.47	0.59	35.4	9.614	3.42
0.16	9.6	2.908	6.1	0.61	36.6	9.818	4.18
0.18	10.8	3.000	7.25	0.62	37.2	10.008	5.35
0.18	10.8	3.200	8.22	0.64	38.4	10.190	4.8
0.2	12	3.520	6.04	0.65	39	10.363	5.12
0.21	12.6	3.681	5.08	0.66	39.6	10.600	4.57
0.22	13.2	3.876	7.46	0.68	40.8	10.821	3.76
0.23	13.8	4.083	6.72	0.69	41.4	10.978	4
0.24	14.4	4.272	5.72	0.71	42.6	11.084	4.6
0.25	15	4.400	5.12	0.72	43.2	11.125	5.6
0.26	15.6	4.600	4.76	0.72	43.2	11.134	6.03
0.27	16.2	4.800	5.99	0.72	43.2	11.181	4.68
0.29	17.4	5.000	4.69	0.72	43.2	11.413	4.6
0.3	18	5.200	5.13	0.74	44.4	11.602	3.62
0.31	18.6	5.414	5.12	0.76	45.6	11.830	3.13
0.33	19.8	5.602	5.45	0.78	46.8	11.998	2.78
0.34	20.4	5.786	4.97	0.79	47.4	12.200	2.88
0.35	21	5.988	4.46	0.81	48.6	12.400	3.22
0.36	21.6	6.204	4.77				

**RESULTADOS PARA LOS PERIODOS DE RETORNO 1:10, 1:50, 1:100, 1:1000.
Para el esenario No.3: “Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias”**

En la Figura 19 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.3, con un periodo de retorno de 1:10 años, en la Tabla 36 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la

Tabla 37 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas #6 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

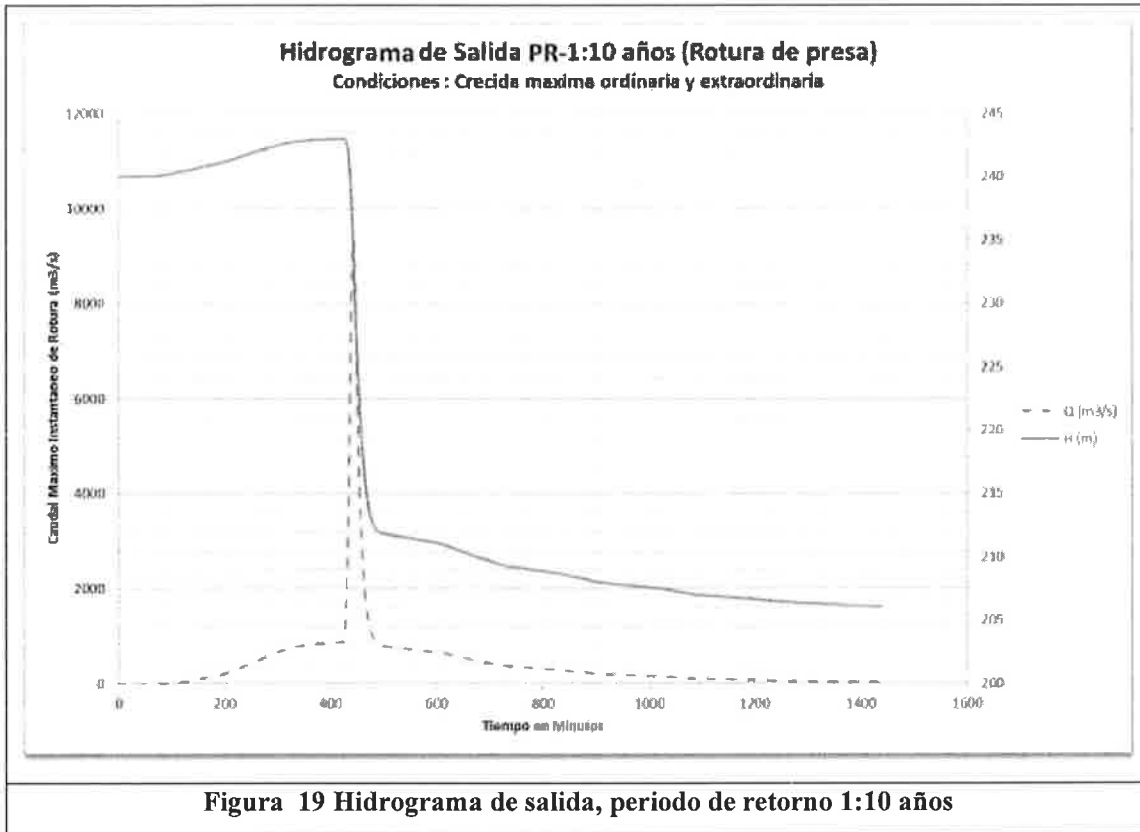


Figura 19 Hidrograma de salida, periodo de retorno 1:10 años

Tabla 36 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-10 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de rio	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	878.14	206.25	243.01	0.15	276
12790.00	878.1	206.08	243.01	0.15	278.9
12558.00	877.34	202.2	243	0.28	288.44
12400	Estructura de la Presa				
	9555.23	201.58	213.73	13.29	133.91
12303.00	9636.08	198.88	209.56	14.25	134.59

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12133.50	9526.06	196.28	206.6	9.33	194.76
12000.00	9278.56	195.65	205.65	7.69	230.03
11771.73	8859.53	192.62	205.53	5.94	257.4
11600.00	9083.2	191.68	206.03	3.98	360.06
11400.00	9002.65	189.28	204.78	5.28	186.29
11200.00	8963.74	189.79	201.38	12.16	107.07
10975.24	8898.32	186.67	199.39	4.99	203.02
10715.24	8748.18	185.29	196.31	9.92	142.79
10600.00	8743.11	182.07	194.89	10.37	138.26
10391.31	8709.8	180.12	192.96	8.18	141.99
10221.00	8621.76	178.18	192.74	7.19	196.31
10200.00	8606.2	177.94	193.18	6.39	221.71
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	8607.72	177.89	189.93	9.4	178.14
10171.40	8606.48	177.75	189.73	9.46	176.74
10000.00	8593.27	176.58	187.76	9.5	174.06
9755.08	8530.5	172.96	184.03	9.08	141.74
9492.22	8519.72	169.33	182.36	6.46	167.29
9400.00	8508.86	168.27	182.19	6.15	159.37
9200.00	8490.53	168.74	179.5	10.48	124.29
8880.01	8415.91	164.75	174.21	10.46	140.39
8719.35	8398.7	160.75	172.48	6.33	222.58
8523.56	8267.14	160.2	171.7	7.1	264.28
8316.68	8291.92	158.64	168.73	11.01	144.54
8128.01	8268.17	156.44	165.45	11.33	146.71
8000.00	8260.62	154.7	163.15	9.27	220.58
7800.00	8176.66	151.8	162.07	6.44	272.37
7600.00	8162.31	151.16	159.47	9.3	231.53
7400.00	8076.66	149.05	158.5	6.13	284.9
7200.00	8064.19	147.93	157.28	4.84	238.61
6985.92	8034.91	145.42	154.37	8.22	210.68
6798.24	7980.72	143.17	151.55	10.12	223.34
6613.88	7970.56	141.35	148.98	7.71	284.65
6411.55	7895.22	139.57	147.76	5.38	383.77
6195.56	7883.91	137.02	144.77	7.52	285.74
5997.89	7791.72	135.56	142.23	6.82	339.79
5800.27	7777.94	133.73	140.75	4.07	372.13
5597.10	7694.66	131.32	139.2	5.17	264.96
5402.61	7687.97	129.7	136.77	7.77	197.38
5200.17	7667.44	126.65	134.1	6.63	216.04
4993.88	7615.52	123.85	132.44	5.67	218.66
4797.55	7590.57	122.44	130.55	6.71	197.53
4593.32	7533.1	119.41	129.53	6.12	190.3
4390.79	7527.9	118.12	127.2	8.53	166.79

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
4198.40	7520.94	116	123.41	10.92	159.78
4002.70	7502.87	113.95	120.04	6.12	320.49
3806.88	7470.21	112.08	117.95	5.61	316.58
3613.42	7450.75	110.34	115.78	6.07	336.97
3393.85	7406.41	106.74	113.66	5.38	257.46
3214.85	7387.36	105.47	112.17	5.83	259.04
3044.02	7330.84	104.14	111.07	4.82	307.28
2786.37	7300.14	100.95	108.33	7.33	191.49
2581.73	7256.65	98.05	106.76	6.06	211.91
2392.12	7244.07	96.89	104.95	6.65	205.62
2209.87	7227.97	94.59	102.86	8.07	199.07
2037.26	7193.8	93.53	101	7.07	233.96
1800.00	7180.15	92.93	99.3	5.14	294.02
1578.74	7033.22	90.41	97.35	5.1	287.39
1421.56	7014.52	88.96	97.33	3.57	359.15
1316.38	7004.91	87.5	96.58	4.91	319.15
1274.83	7002.11	86.92	95.98	5.54	282.9
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	7002.11	86.79	93.99	7.36	238.24
1218.83	6999.95	86.49	93.44	7.38	256.67
986.91	6945.33	84.71	90.72	3.95	520.24
798.17	6922.78	83.78	89.13	3.8	451.23
569.98	6877.69	82.41	87.21	5.08	354.42
402.18	6863.33	80.59	85.67	4.84	353.91
200.00	6833.47	78.37	83.74	5.24	367.41

Tabla 37 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR-10 años

Tiempo de onda		Distancia (km)	Tirante (m)	Tiempo de onda		Distancia (km)	Tirante (m)
(hr)	(min)			(hr)	(min)		
0	0	0.097	12.15	0.25	15	6.402	7.75
0	0	0.267	10.68	0.26	15.6	6.600	6.67
0.01	0.6	0.400	10.32	0.27	16.2	6.803	7.02
0.01	0.6	0.628	10	0.28	16.8	6.997	7.88
0.02	1.2	0.800	12.91	0.29	17.4	7.200	7.07
0.04	2.4	1.000	14.35	0.3	18	7.406	7.45
0.05	3	1.200	15.5	0.31	18.6	7.602	8.59
0.06	3.6	1.425	11.59	0.32	19.2	7.807	8.11

Tiempo de onda	Distancia	Tirante	Tiempo de onda	Distancia	Tirante		
0.07	4.2	1.685	12.72	0.33	19.8	8.009	10.12
0.08	4.8	1.800	11.02	0.33	19.8	8.202	9.08
0.08	4.8	2.009	12.82	0.34	20.4	8.397	7.41
0.09	5.4	2.179	12.84	0.35	21	8.593	6.09
0.09	5.4	2.200	14.56	0.36	21.6	8.787	5.87
0.09	5.4	2.205	15.24	0.37	22.2	9.006	5.44
0.09	5.4	2.229	12.04	0.38	22.8	9.185	6.92
0.1	6	2.400	11.98	0.38	22.8	9.356	6.7
0.1	6	2.645	11.18	0.39	23.4	9.614	6.93
0.11	6.6	2.908	11.07	0.41	24.6	9.818	7.38
0.12	7.2	3.000	13.03	0.41	24.6	10.008	8.71
0.12	7.2	3.200	13.92	0.42	25.2	10.190	8.06
0.13	7.8	3.520	10.76	0.43	25.8	10.363	8.27
0.14	8.4	3.681	9.46	0.44	26.4	10.600	7.47
0.14	8.4	3.876	11.73	0.45	27	10.821	6.37
0.15	9	4.083	11.5	0.46	27.6	10.978	6.94
0.16	9.6	4.272	10.09	0.47	28.2	11.084	8.37
0.17	10.2	4.400	9.01	0.48	28.8	11.125	9.08
0.17	10.2	4.600	8.45	0.48	28.8	11.134	9.06
0.18	10.8	4.800	10.27	0.48	28.8	11.181	7.2
0.19	11.4	5.000	8.31	0.48	28.8	11.413	6.95
0.2	12	5.200	9.45	0.49	29.4	11.602	6.01
0.21	12.6	5.414	9.35	0.5	30	11.830	5.35
0.22	13.2	5.602	8.95	0.52	31.2	11.998	4.8
0.22	13.2	5.786	8.38	0.53	31.8	12.200	5.08
0.23	13.8	5.988	7.63	0.54	32.4	12.400	5.37
0.24	14.4	6.204	8.19				

En la Figura 20 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.3, con un periodo de retorno de 1:50 años, en la Tabla 38 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la

Tabla 39 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas #6 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

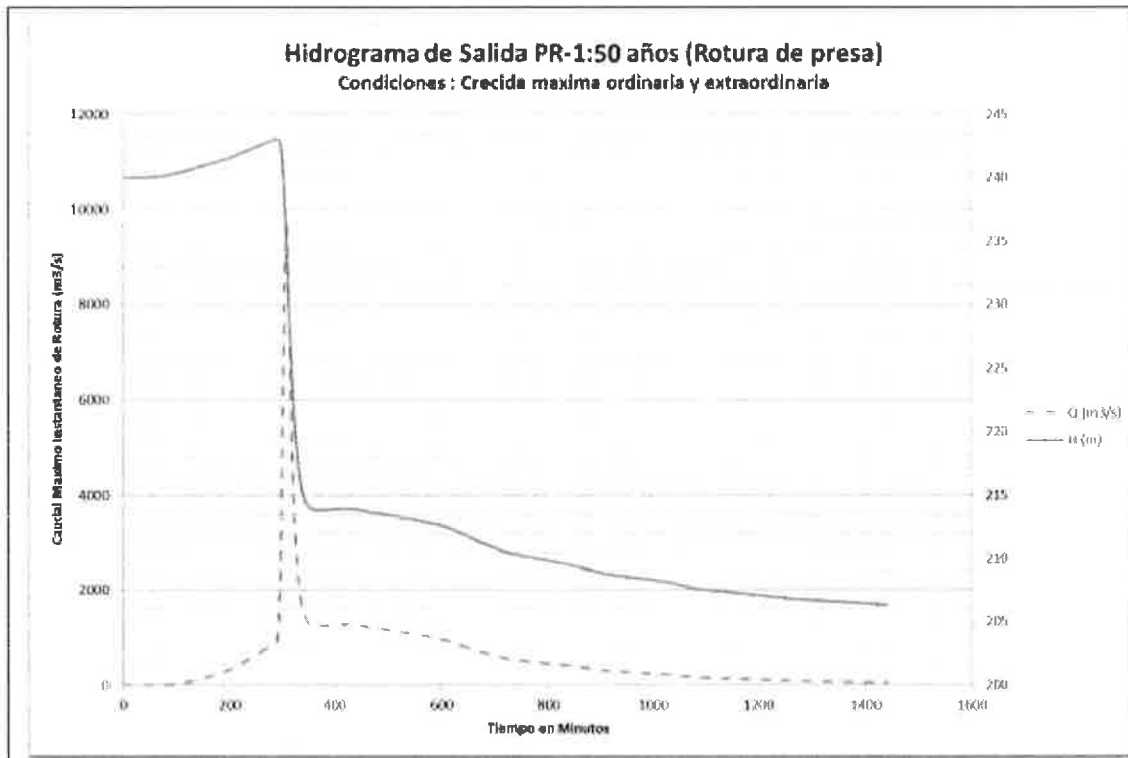


Figura 20 Hidrograma de salida para el escenario No.3, PR- 1:50 años

Tabla 38 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-1:50 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	1017.7	206.25	243.08	0.17	276.62
12790.00	1017.49	206.08	243.08	0.17	279.52
12558.00	1013.94	202.2	243.08	0.32	288.8
12400	Estructura de la Presa				
	9803.11	201.58	213.86	13.45	134.82
12303.00	9878.01	198.88	209.67	14.38	135.64
12133.50	9791.11	196.28	206.72	9.43	196.44

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12000.00	9563.16	195.65	205.81	7.75	231.93
11771.73	9139.59	192.62	205.69	6.01	258.99
11600.00	9355.07	191.68	206.2	4.03	361.7
11400.00	9266.58	189.28	204.91	5.37	187.31
11200.00	9220.95	189.79	201.52	12.25	108.01
10975.24	9163.27	186.67	199.52	5.07	204.04
10715.24	9126.26	185.29	196.38	10.24	143.57
10600.00	8923.35	182.07	194.87	10.61	138.05
10391.31	8764.82	180.12	192.78	8.41	140.57
10221.00	8490.12	178.18	192.37	7.37	190.15
10200.00	8440.08	177.94	192.86	6.49	218.31
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrió de Gariché				
10193.20	9650.1	177.89	190.33	10.01	185.22
10171.40	9611.24	177.75	190.12	10.04	183.45
10000.00	9227.66	176.58	188.09	9.7	177.03
9755.08	9181.03	172.96	184.34	9.38	144.33
9492.22	9045.44	169.33	182.61	6.67	169.1
9400.00	9024.52	168.27	182.44	6.36	160.8
9200.00	8986.93	168.74	179.74	10.73	126.04
8880.01	8899.37	164.75	174.42	10.72	142.3
8719.35	8866.47	160.75	172.65	6.53	224.66
8523.56	8648.98	160.2	171.88	7.22	266.26
8316.68	8648.98	158.64	168.92	11.18	146.35
8128.01	8641.95	156.44	165.61	11.54	148.07
8000.00	8627.31	154.7	163.3	9.41	222.23
7800.00	8521.99	151.8	162.21	6.56	273.63
7600.00	8493.84	151.16	159.63	9.41	233.94
7400.00	8379.67	149.05	158.64	6.22	286.73
7200.00	8352.7	147.93	157.42	4.93	239.69
6985.92	8304.44	145.42	154.48	8.34	211.94
6798.24	8265.59	143.17	151.67	10.33	231.88
6613.88	8239.96	141.35	149.07	7.83	286.25
6411.55	8169.41	139.57	147.87	5.45	384.97
6195.56	8130.71	137.02	144.86	7.6	286.59
5997.89	8054.5	135.56	142.33	6.9	341.65
5800.27	7983.35	133.73	140.87	4.09	373.85
5597.10	7950.8	131.32	139.31	5.25	266.02
5402.61	7921.92	129.7	136.87	7.86	198.24
5200.17	7880.6	126.65	134.21	6.68	217.2
4993.88	7810.14	123.85	132.56	5.7	220.09
4797.55	7797.79	122.44	130.67	6.76	198.76
4593.32	7780.61	119.41	129.6	6.26	191.13
4390.79	7758.75	118.12	127.31	8.63	168.69
4198.40	7733.64	116	123.5	11.05	160.91

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
4002.70	7725.44	113.95	120.12	6.18	321.55
3806.88	7674.12	112.08	118.02	5.68	317.27
3613.42	7664.32	110.34	115.87	6.11	338.48
3393.85	7605.45	106.74	113.76	5.44	258.03
3214.85	7595.69	105.47	112.26	5.88	259.9
3044.02	7523.57	104.14	111.19	4.84	308.99
2786.37	7507.56	100.95	108.44	7.4	192.29
2581.73	7489.54	98.05	106.86	6.15	212.67
2392.12	7445.86	96.89	105.05	6.72	206.56
2209.87	7436.92	94.59	102.96	8.16	199.93
2037.26	7423.57	93.53	101.09	7.17	234.95
1800.00	7384.78	92.93	99.38	5.19	294.77
1578.74	7210.12	90.41	97.46	5.11	288.78
1421.56	7201.01	88.96	97.46	3.58	360.33
1316.38	7198.82	87.5	96.73	4.92	322.57
1274.83	7201.95	86.92	96.1	5.59	296.81
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	7198.72	86.79	94.07	7.45	240.97
1218.83	7197.75	86.49	93.52	7.47	258.97
986.91	7139.03	84.71	90.8	3.99	521.43
798.17	7124.45	83.78	89.22	3.83	452
569.98	7076.22	82.41	87.28	5.14	355.03
402.18	7067.5	80.59	85.75	4.89	354.82
200.00	7047.17	78.37	83.82	5.3	368.51

Tabla 39 Tiempo de recorrido de la onda de crecida, PR-1:50 años

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	12.28	0.25	15	6.402	7.84
0.01	0.6	0.267	10.79	0.26	15.6	6.600	6.77
0.01	0.6	0.400	10.44	0.27	16.2	6.803	7.14
0.02	1.2	0.628	10.16	0.29	17.4	6.997	7.99
0.03	1.8	0.800	13.07	0.29	17.4	7.200	7.17
0.04	2.4	1.000	14.52	0.3	18	7.406	7.56
0.06	3.6	1.200	15.63	0.31	18.6	7.602	8.71
0.06	3.6	1.425	11.73	0.32	19.2	7.807	8.23

Tiempo de onda	Distancia	Tirante	Tiempo de onda	Distancia	Tirante		
0.07	4.2	1.685	12.85	0.33	19.8	8.009	10.19
0.08	4.8	1.800	11.09	0.34	20.4	8.202	9.19
0.09	5.4	2.009	12.8	0.34	20.4	8.397	7.5
0.09	5.4	2.179	12.66	0.35	21	8.593	6.17
0.1	6	2.200	14.19	0.36	21.6	8.787	5.94
0.1	6	2.205	14.92	0.37	22.2	9.006	5.53
0.1	6	2.229	12.44	0.38	22.8	9.185	7.02
0.1	6	2.400	12.37	0.39	23.4	9.356	6.79
0.11	6.6	2.645	11.51	0.39	23.4	9.614	7.05
0.11	6.6	2.908	11.38	0.41	24.6	9.818	7.49
0.12	7.2	3.000	13.28	0.42	25.2	10.008	8.81
0.13	7.8	3.200	14.17	0.42	25.2	10.190	8.16
0.13	7.8	3.520	11	0.43	25.8	10.363	8.37
0.14	8.4	3.681	9.67	0.44	26.4	10.600	7.56
0.15	9	3.876	11.9	0.45	27	10.821	6.45
0.16	9.6	4.083	11.68	0.46	27.6	10.978	7.05
0.16	9.6	4.272	10.28	0.47	28.2	11.084	8.5
0.17	10.2	4.400	9.17	0.48	28.8	11.125	9.23
0.17	10.2	4.600	8.6	0.48	28.8	11.134	9.18
0.18	10.8	4.800	10.41	0.48	28.8	11.181	7.28
0.19	11.4	5.000	8.47	0.48	28.8	11.413	7.03
0.2	12	5.200	9.59	0.49	29.4	11.602	6.09
0.21	12.6	5.414	9.49	0.51	30.6	11.830	5.44
0.22	13.2	5.602	9.06	0.52	31.2	11.998	4.87
0.23	13.8	5.786	8.5	0.53	31.8	12.200	5.16
0.23	13.8	5.988	7.72	0.54	32.4	12.400	5.45
0.24	14.4	6.204	8.3				

En la Figura 21 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.3, con un periodo de retorno de 1:100 años, en la Tabla 40 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la

Tabla 41 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas #6 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

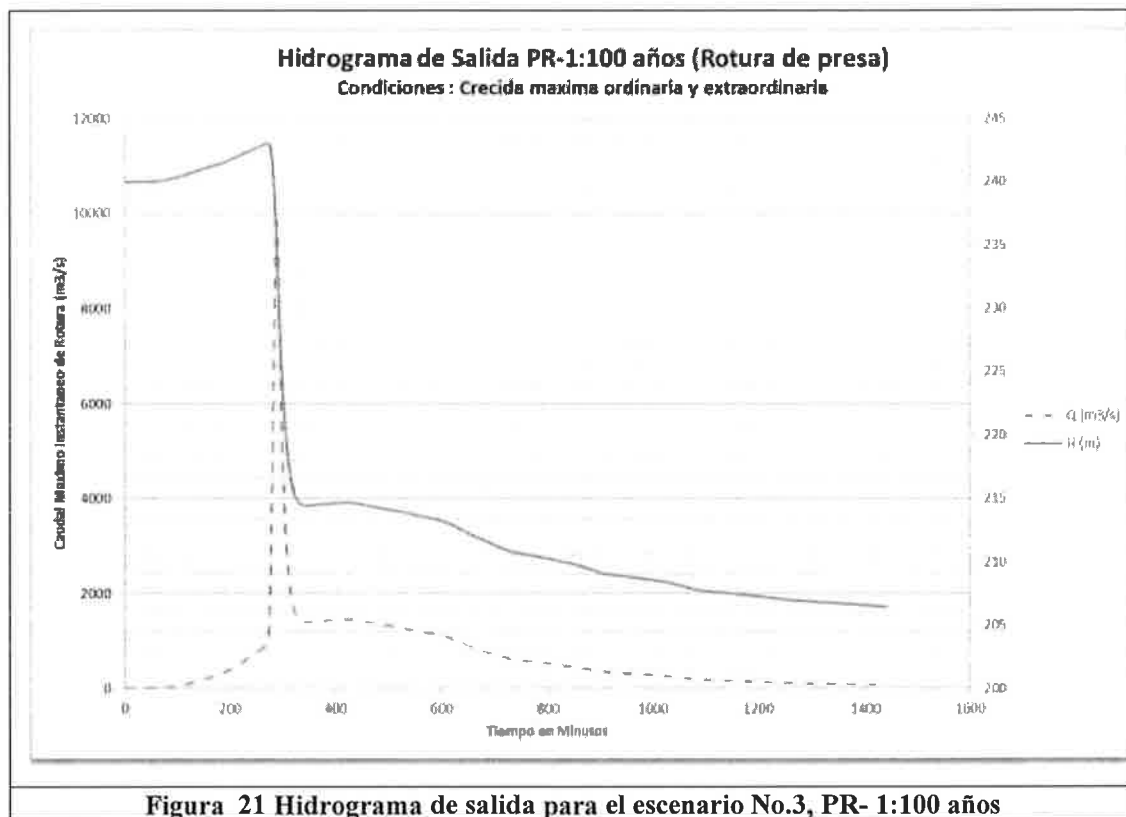


Tabla 40 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-1:100 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de rio	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	1025.23	206.25	243.1	0.18	276.72
12790.00	1024.92	206.08	243.1	0.17	279.63
12558.00	1019.35	202.2	243.09	0.32	288.86
12400	Estructura de la Presa				
	9840.55	201.58	213.88	13.48	134.95

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12303.00	9914.71	198.88	209.69	14.4	135.8
12133.50	9830.22	196.28	206.74	9.44	196.68
12000.00	9604.9	195.65	205.83	7.76	232.19
11771.73	9183.27	192.62	205.72	6.02	259.29
11600.00	9393.4	191.68	206.23	4.03	361.95
11400.00	9303.47	189.28	204.93	5.38	187.48
11200.00	9257.23	189.79	201.54	12.27	108.14
10975.24	9201.45	186.67	199.55	5.08	204.24
10715.24	9164.21	185.29	196.4	10.26	143.81
10600.00	8957.63	182.07	194.89	10.62	138.26
10391.31	8799.11	180.12	192.8	8.42	140.77
10221.00	8520.22	178.18	192.41	7.36	190.83
10200.00	8469.75	177.94	192.9	6.48	218.74
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	9695.35	177.89	190.36	10.03	185.59
10171.40	9656.14	177.75	190.14	10.06	183.82
10000.00	9268.64	176.58	188.11	9.72	177.22
9755.08	9221.49	172.96	184.36	9.4	144.51
9492.22	9086.62	169.33	182.64	6.69	169.27
9400.00	9065.35	168.27	182.47	6.37	160.93
9200.00	9027.23	168.74	179.76	10.75	126.19
8880.01	8940.48	164.75	174.44	10.74	142.47
8719.35	8907.11	160.75	172.67	6.54	224.91
8523.56	8690.94	160.2	171.91	7.22	266.57
8316.68	8690.14	158.64	168.94	11.21	146.55
8128.01	8682.62	156.44	165.63	11.56	148.21
8000.00	8667.63	154.7	163.32	9.43	222.42
7800.00	8563.74	151.8	162.23	6.57	273.82
7600.00	8534.53	151.16	159.65	9.42	234.21
7400.00	8420.98	149.05	158.67	6.23	287.01
7200.00	8393.38	147.93	157.44	4.94	239.86
6985.92	8344.76	145.42	154.5	8.36	212.13
6798.24	8304.82	143.17	151.69	10.36	233.13
6613.88	8279.21	141.35	149.09	7.84	286.52
6411.55	8198.37	139.57	147.88	5.46	385.1
6195.56	8159.22	137.02	144.87	7.61	286.7
5997.89	8094.18	135.56	142.34	6.92	341.82
5800.27	8016.86	133.73	140.89	4.09	374.1
5597.10	7984.43	131.32	139.33	5.25	266.18
5402.61	7956.82	129.7	136.88	7.88	198.37
5200.17	7920.49	126.65	134.22	6.7	217.4
4993.88	7849.19	123.85	132.58	5.71	220.34
4797.55	7837.2	122.44	130.69	6.78	198.97
4593.32	7820.38	119.41	129.63	6.27	191.36

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
4390.79	7798.42	118.12	127.32	8.64	169.02
4198.40	7774.57	116	123.51	11.07	161.11
4002.70	7766.11	113.95	120.13	6.19	321.74
3806.88	7713.82	112.08	118.04	5.69	317.42
3613.42	7705.49	110.34	115.89	6.12	338.73
3393.85	7645.14	106.74	113.77	5.45	258.14
3214.85	7635.36	105.47	112.28	5.89	260.06
3044.02	7563.9	104.14	111.21	4.85	309.31
2786.37	7547.98	100.95	108.46	7.41	192.43
2581.73	7529.59	98.05	106.88	6.16	212.82
2392.12	7487.72	96.89	105.07	6.73	206.72
2209.87	7479.15	94.59	102.98	8.18	200.09
2037.26	7465.88	93.53	101.11	7.19	235.13
1800.00	7425.77	92.93	99.4	5.2	294.92
1578.74	7254.56	90.41	97.49	5.11	289.06
1421.56	7243.6	88.96	97.49	3.58	360.57
1316.38	7240.45	87.5	96.76	4.92	323.23
1274.83	7241.5	86.92	96.13	5.6	299.69
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	7239.99	86.79	94.09	7.47	241.52
1218.83	7238.93	86.49	93.53	7.49	259.44
986.91	7181.27	84.71	90.81	4	521.61
798.17	7166.16	83.78	89.23	3.84	452.15
569.98	7118.84	82.41	87.29	5.15	355.16
402.18	7109.69	80.59	85.76	4.9	355.01
200.00	7089.04	78.37	83.83	5.31	368.73

Tabla 41 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:100 años

Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	12.3	0.24	14.4	6.402	7.85
0	0	0.267	10.81	0.25	15	6.600	6.78
0.01	0.6	0.400	10.46	0.26	15.6	6.803	7.16
0.01	0.6	0.628	10.18	0.28	16.8	6.997	8.01
0.02	1.2	0.800	13.1	0.28	16.8	7.200	7.18

Tiempo de onda	Distancia	Tirante	Tiempo de onda	Distancia	Tirante		
0.04	2.4	1.000	14.55	0.29	17.4	7.406	7.57
0.05	3	1.200	15.65	0.3	18	7.602	8.73
0.05	3	1.425	11.75	0.31	18.6	7.807	8.25
0.06	3.6	1.685	12.88	0.32	19.2	8.009	10.22
0.07	4.2	1.800	11.11	0.33	19.8	8.202	9.2
0.08	4.8	2.009	12.82	0.33	19.8	8.397	7.51
0.08	4.8	2.179	12.68	0.34	20.4	8.593	6.18
0.09	5.4	2.200	14.23	0.35	21	8.787	5.96
0.09	5.4	2.205	14.96	0.36	21.6	9.006	5.55
0.09	5.4	2.229	12.47	0.37	22.2	9.185	7.03
0.09	5.4	2.400	12.39	0.38	22.8	9.356	6.81
0.1	6	2.645	11.53	0.38	22.8	9.614	7.07
0.1	6	2.908	11.4	0.4	24	9.818	7.51
0.11	6.6	3.000	13.31	0.41	24.6	10.008	8.83
0.12	7.2	3.200	14.2	0.41	24.6	10.190	8.18
0.12	7.2	3.520	11.02	0.42	25.2	10.363	8.39
0.13	7.8	3.681	9.69	0.43	25.8	10.600	7.58
0.14	8.4	3.876	11.92	0.44	26.4	10.821	6.47
0.15	9	4.083	11.71	0.45	27	10.978	7.08
0.16	9.6	4.272	10.3	0.46	27.6	11.084	8.53
0.16	9.6	4.400	9.19	0.47	28.2	11.125	9.26
0.16	9.6	4.600	8.62	0.47	28.2	11.134	9.21
0.17	10.2	4.800	10.43	0.47	28.2	11.181	7.3
0.18	10.8	5.000	8.49	0.47	28.2	11.413	7.04
0.19	11.4	5.200	9.62	0.48	28.8	11.602	6.1
0.2	12	5.414	9.51	0.5	30	11.830	5.45
0.21	12.6	5.602	9.08	0.51	30.6	11.998	4.88
0.22	13.2	5.786	8.52	0.52	31.2	12.200	5.17
0.22	13.2	5.988	7.74	0.53	31.8	12.400	5.46
0.23	13.8	6.204	8.31				

En la Figura 22 se muestran los diagramas de salida o crecida para el escenario No.3, con un periodo de retorno de 1:1000 años, en la Tabla 42 se muestran los resultados del Hec-Ras para caudal y en la

Tabla 43 el Tiempo de recorrido de la onda de crecida.

En los anexos, en los mapas # 6 se muestran hasta donde abarca la huella de inundación.

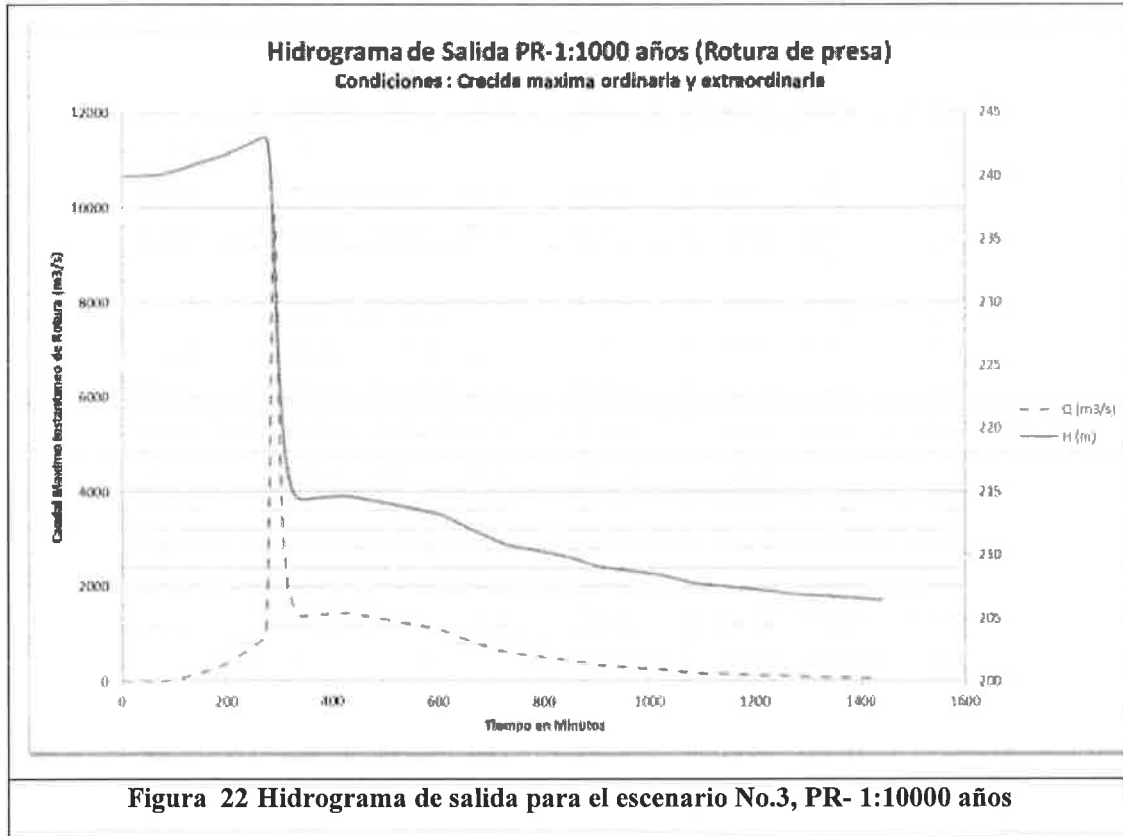


Tabla 42 Datos Hec-RAS para el caudal, PR-1:1000 años

Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
12800.00	1165.25	206.25	243.17	0.2	277.3
12790.00	1165.02	206.08	243.17	0.2	280.2
12558.00	1161.66	202.2	243.16	0.36	289.2
12400	Estructura de la Presa				
	9957.47	201.58	213.94	13.55	135.35
12303.00	10030.66	198.88	209.75	14.45	136.29
12133.50	9947.78	196.28	206.79	9.49	197.42
12000.00	9724.67	195.65	205.9	7.78	233.06
11771.73	9317.91	192.62	205.8	6.04	260.28
11600.00	9508.51	191.68	206.31	4.05	362.75
11400.00	9417.56	189.28	205	5.41	188.02
11200.00	9339.51	189.79	201.6	12.27	108.55
10975.24	9326.71	186.67	199.61	5.12	204.68
10715.24	9298.86	185.29	196.48	10.29	144.65
10600.00	9068.09	182.07	194.97	10.65	138.99
10391.31	8912.74	180.12	192.9	8.43	141.5
10221.00	8633.15	178.18	192.56	7.34	193.26
10200.00	8581.8	177.94	193.05	6.47	220.31
10195.00	Puente vehicular entre los corregimientos de Breñon, Gómez y Aserrío de Gariché				
10193.20	9850.65	177.89	190.43	10.09	186.9
10171.40	9810.48	177.75	190.22	10.12	185.09
10000.00	9393.52	176.58	188.17	9.75	177.83
9755.08	9347.43	172.96	184.44	9.43	145.15
9492.22	9220.72	169.33	182.72	6.73	169.84
9400.00	9197.79	168.27	182.54	6.42	161.36
9200.00	9157.22	168.74	179.83	10.81	126.65
8880.01	9071.9	164.75	174.5	10.8	143.01
8719.35	8932.2	160.75	172.75	6.49	225.89
8523.56	8896.5	160.2	172.02	7.27	267.8
8316.68	8874.93	158.64	169.02	11.3	147.41
8128.01	8855.57	156.44	165.71	11.65	148.85
8000.00	8831.66	154.7	163.4	9.48	223.27
7800.00	8747.19	151.8	162.32	6.62	274.57
7600.00	8705.56	151.16	159.72	9.49	235.32
7400.00	8615.42	149.05	158.76	6.28	288.24
7200.00	8581.2	147.93	157.52	5	240.51
6985.92	8498.46	145.42	154.58	8.4	213.03
6798.24	8488.54	143.17	151.77	10.45	236.75
6613.88	8457.46	141.35	149.16	7.89	287.83
6411.55	8381.55	139.57	147.96	5.49	386.08
6195.56	8336.79	137.02	144.94	7.66	287.37
5997.89	8272.93	135.56	142.41	6.96	343.18
5800.27	8159.73	133.73	140.96	4.11	375.18

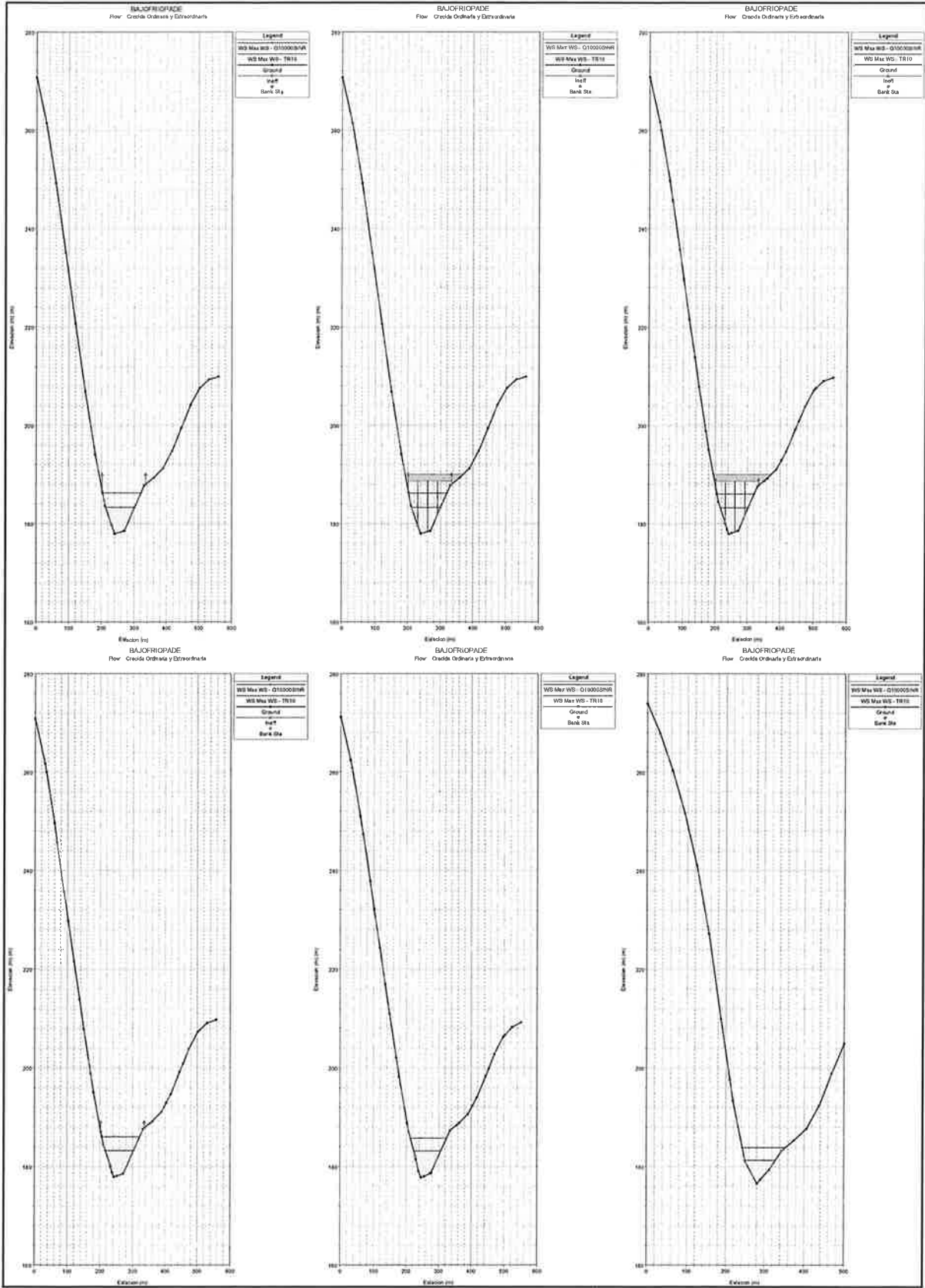
Estación	Caudal	Cota de fondo de río	Elevación de crecida	Velocidad	Ancho Huella
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
5597.10	8138.04	131.32	139.4	5.29	266.86
5402.61	8095.24	129.7	136.95	7.91	199
5200.17	8084.38	126.65	134.3	6.74	218.22
4993.88	8016.77	123.85	132.67	5.74	221.49
4797.55	8001.56	122.44	130.77	6.83	199.85
4593.32	7979.34	119.41	129.7	6.34	192.15
4390.79	7954.83	118.12	127.39	8.71	170.32
4198.40	7935.36	116	123.58	11.17	161.92
4002.70	7925.9	113.95	120.19	6.24	322.47
3806.88	7877.72	112.08	118.09	5.74	317.98
3613.42	7795.28	110.34	115.94	6.11	339.64
3393.85	7806.06	106.74	113.84	5.49	258.58
3214.85	7797.76	105.47	112.35	5.94	260.67
3044.02	7729.6	104.14	111.3	4.88	310.48
2786.37	7711.97	100.95	108.54	7.47	192.99
2581.73	7654.77	98.05	106.96	6.17	213.45
2392.12	7648.68	96.89	105.15	6.78	207.48
2209.87	7639.34	94.59	103.05	8.25	200.74
2037.26	7626.02	93.53	101.17	7.24	235.85
1800.00	7591.95	92.93	99.47	5.24	295.48
1578.74	7412.93	90.41	97.58	5.13	290.14
1421.56	7401.69	88.96	97.6	3.6	361.5
1316.38	7398.58	87.5	96.87	4.93	325.73
1274.83	7400.81	86.92	96.22	5.64	310.69
1266.00	Puente en la Interamericana - Paso Canoas				
1257.83	7398.28	86.79	94.15	7.53	243.64
1218.83	7397.27	86.49	93.59	7.55	261.2
986.91	7336.82	84.71	90.87	4.03	522.26
798.17	7322.07	83.78	89.29	3.86	452.71
569.98	7275.69	82.41	87.35	5.19	355.64
402.18	7266.24	80.59	85.82	4.94	355.69
200.00	7245.66	78.37	83.89	5.36	369.53

Tabla 43 Tiempo de recorrido de la onda de crecida PR- 1:1000 años

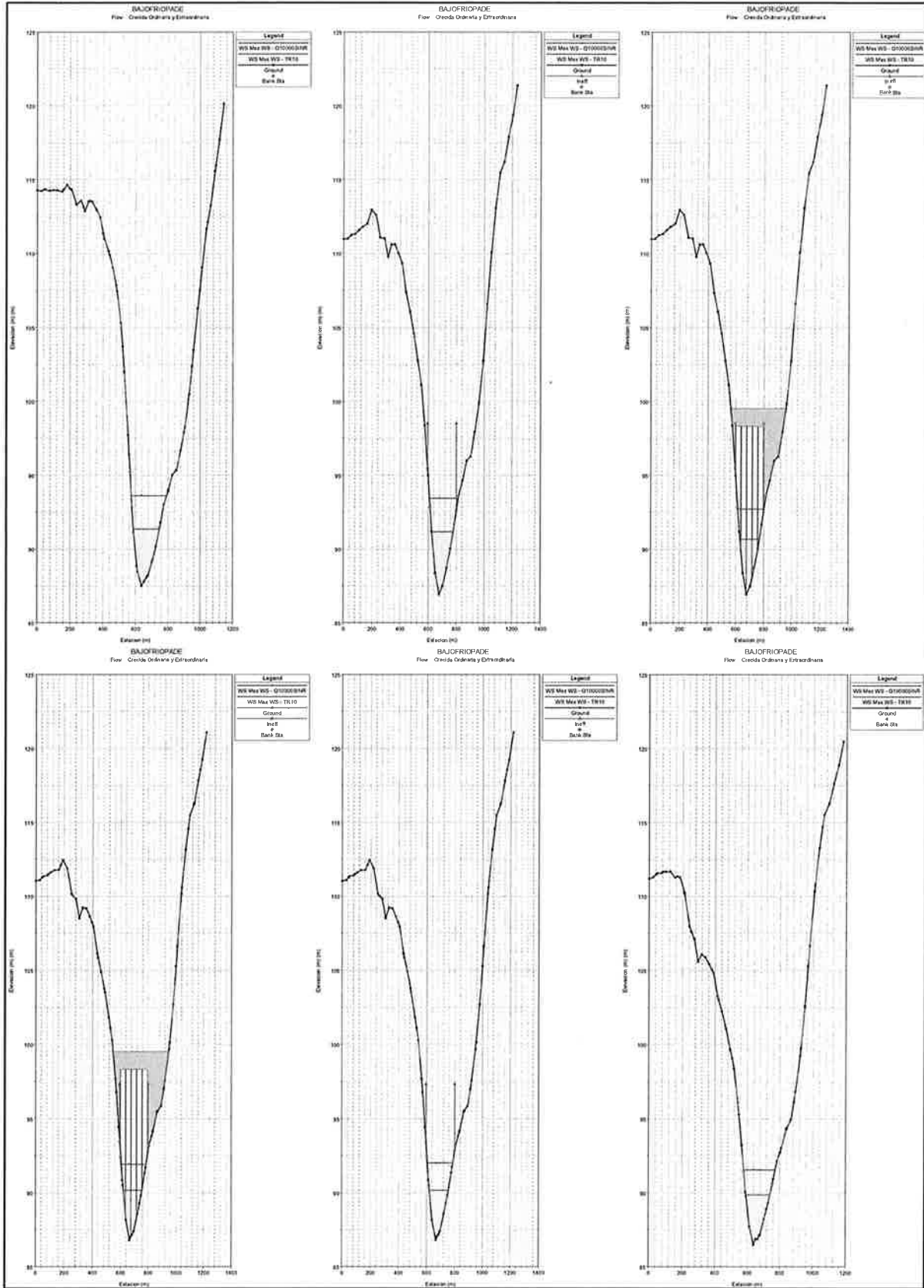
Tiempo de onda		Distancia	Tirante	Tiempo de onda		Distancia	Tirante
(hr)	(min)	(km)	(m)	(hr)	(min)	(km)	(m)
0	0	0.097	12.36	0.24	14.4	6.204	8.39
0	0	0.267	10.87	0.25	15	6.402	7.92
0.01	0.6	0.400	10.51	0.26	15.6	6.600	6.85
0.01	0.6	0.628	10.25	0.27	16.2	6.803	7.23
0.02	1.2	0.800	13.18	0.28	16.8	6.997	8.08
0.04	2.4	1.000	14.63	0.29	17.4	7.200	7.25
0.05	3	1.200	15.72	0.29	17.4	7.406	7.65
0.06	3.6	1.425	11.81	0.3	18	7.602	8.82
0.06	3.6	1.685	12.94	0.31	18.6	7.807	8.33
0.08	4.8	1.800	11.19	0.32	19.2	8.009	10.29
0.08	4.8	2.009	12.9	0.33	19.8	8.202	9.27
0.09	5.4	2.179	12.78	0.33	19.8	8.397	7.58
0.09	5.4	2.200	14.38	0.34	20.4	8.593	6.24
0.09	5.4	2.205	15.11	0.35	21	8.787	6.01
0.09	5.4	2.229	12.54	0.36	21.6	9.006	5.6
0.09	5.4	2.400	12.47	0.37	22.2	9.185	7.1
0.1	6	2.645	11.59	0.38	22.8	9.356	6.88
0.11	6.6	2.908	11.48	0.39	23.4	9.614	7.16
0.12	7.2	3.000	13.39	0.4	24	9.818	7.59
0.12	7.2	3.200	14.27	0.41	24.6	10.008	8.91
0.13	7.8	3.520	11.09	0.41	24.6	10.190	8.26
0.14	8.4	3.681	9.75	0.42	25.2	10.363	8.46
0.14	8.4	3.876	12	0.43	25.8	10.600	7.64
0.15	9	4.083	11.82	0.44	26.4	10.821	6.54
0.16	9.6	4.272	10.38	0.45	27	10.978	7.17
0.16	9.6	4.400	9.27	0.46	27.6	11.084	8.64
0.17	10.2	4.600	8.7	0.47	28.2	11.125	9.37
0.18	10.8	4.800	10.52	0.47	28.2	11.134	9.3
0.18	10.8	5.000	8.56	0.47	28.2	11.181	7.36
0.19	11.4	5.200	9.71	0.47	28.2	11.413	7.1
0.2	12	5.414	9.59	0.48	28.8	11.602	6.16
0.21	12.6	5.602	9.16	0.5	30	11.830	5.51
0.22	13.2	5.786	8.6	0.51	30.6	11.998	4.94
0.23	13.8	5.988	7.81	0.52	31.2	12.200	5.23
0.09	5.4	2.229	12.54				

SECCIONES

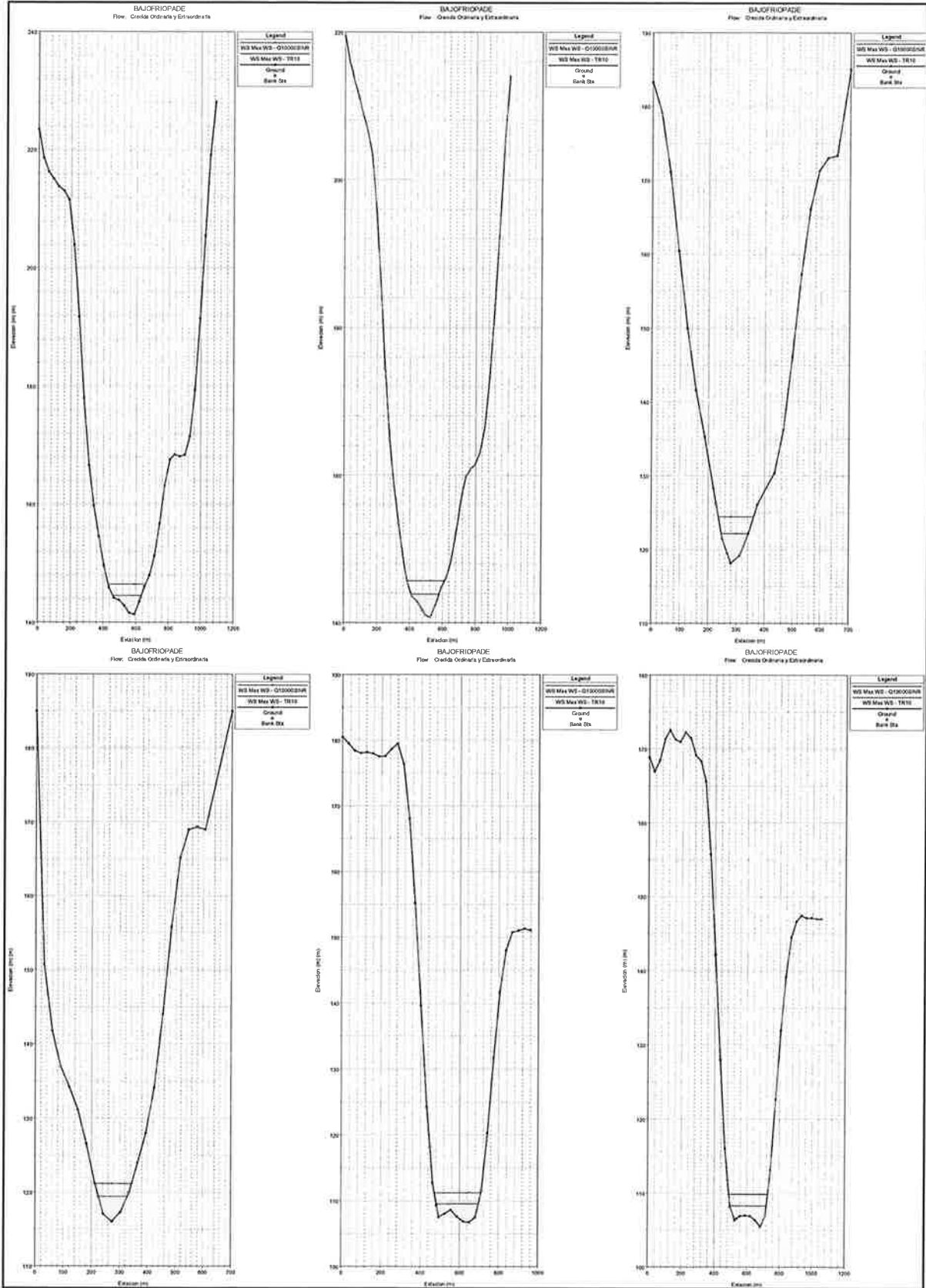
Crecida Ordinaria y Extraordinaria



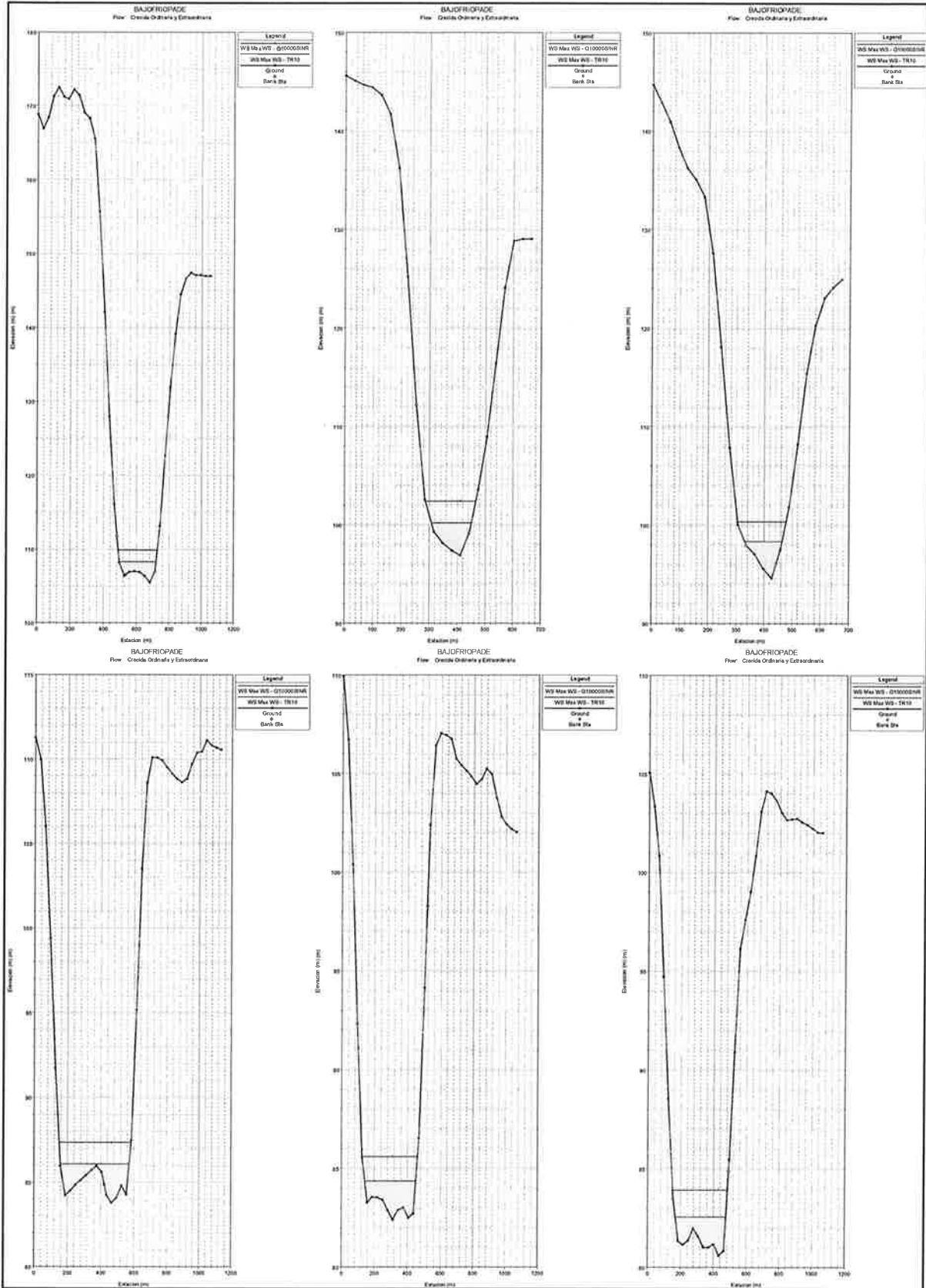
Crecida Ordinaria y Extraordinaria



Crecida Ordinaria y Extraordinaria



Crecida Ordinaria y Extraordinaria



FOTOS

Vistas Fotográficas de Sitio de Presa



Campamento FCC: Empresa encargada de la Construcción de la Presa



Presa en construcción



Presa Bajo Frío

Descarga de Turbinas

Vistas Fotográficas de Sitio de Presa



Canal de aducción



Casa de máquinas









Aguas abajo del proyecto



Aguas arriba del proyecto

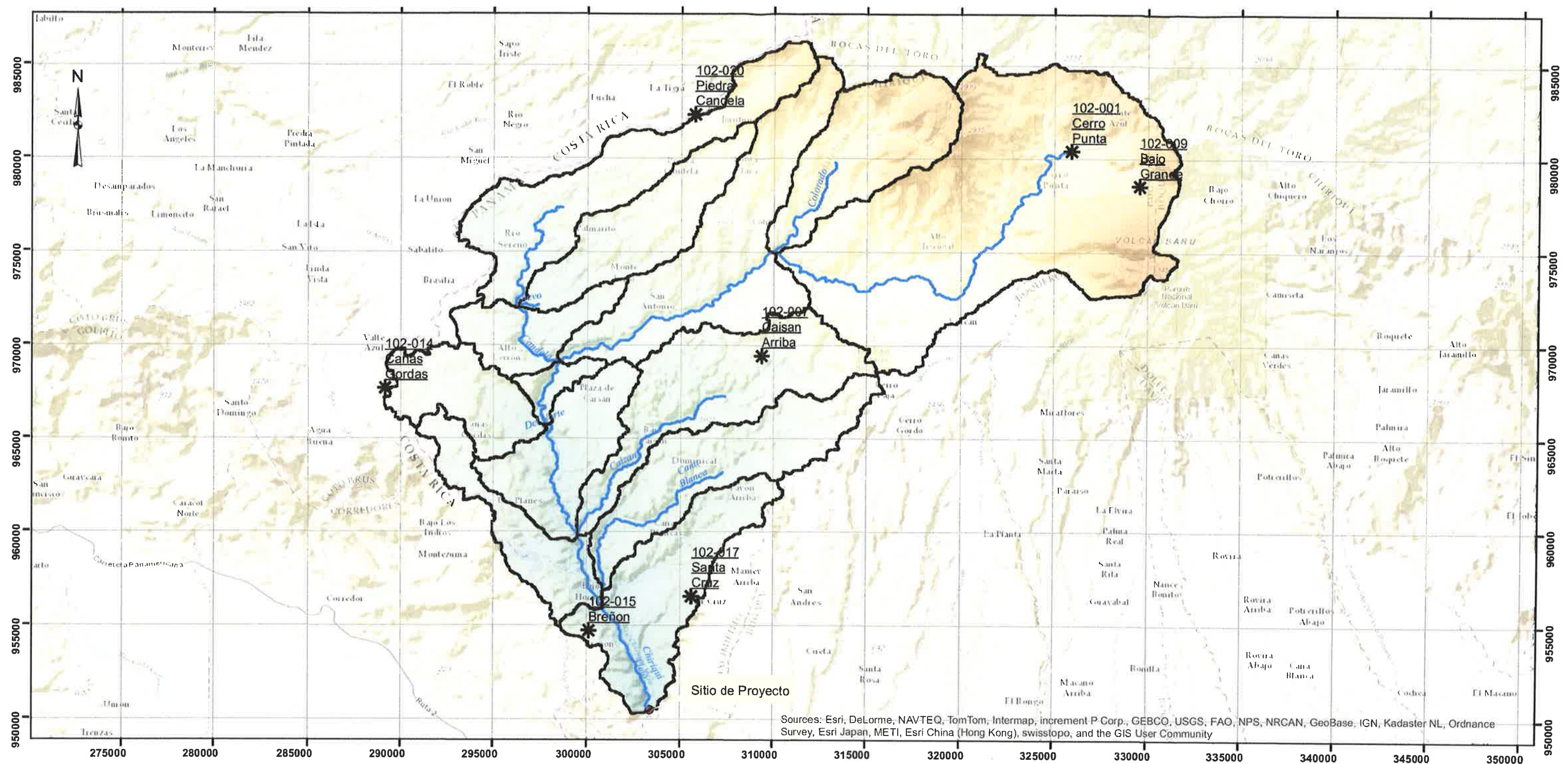
Vistas Fotográficas del área del Sitio de Estudio

 A photograph of the Escuela Básica San Pedro, a small building with a blue and white facade and a sign that reads "ESCUELA DE SAN PEDRO".	 A photograph of the Iglesia San Pedro, a blue building with white trim and arched windows, set in a grassy area.
<p>Escuela Básica San Pedro</p>	<p>Iglesia San Pedro</p>
 A photograph of the Comunidad de Portón, showing a paved road leading to a small building in a wooded area.	 A photograph of the Planta Potabilizadora de Barú, featuring a large blue sign with the word "IDAAN" and "PLANTA POTABILIZADORA DE BARÚ" in front of a building.
<p>Comunidad de Portón</p>	<p>Planta Potabilizadora de Barú</p>
 A photograph of a bridge over the Río Chiriquí Viejo, showing a concrete structure with a metal truss roof.	 A photograph of a road leading to a bridge over the Río Chiriquí Viejo, with a date stamp "15/07/2014" in the bottom right corner.
<p>Puentes sobre el Río Chiriquí Viejo</p>	




MAPAS



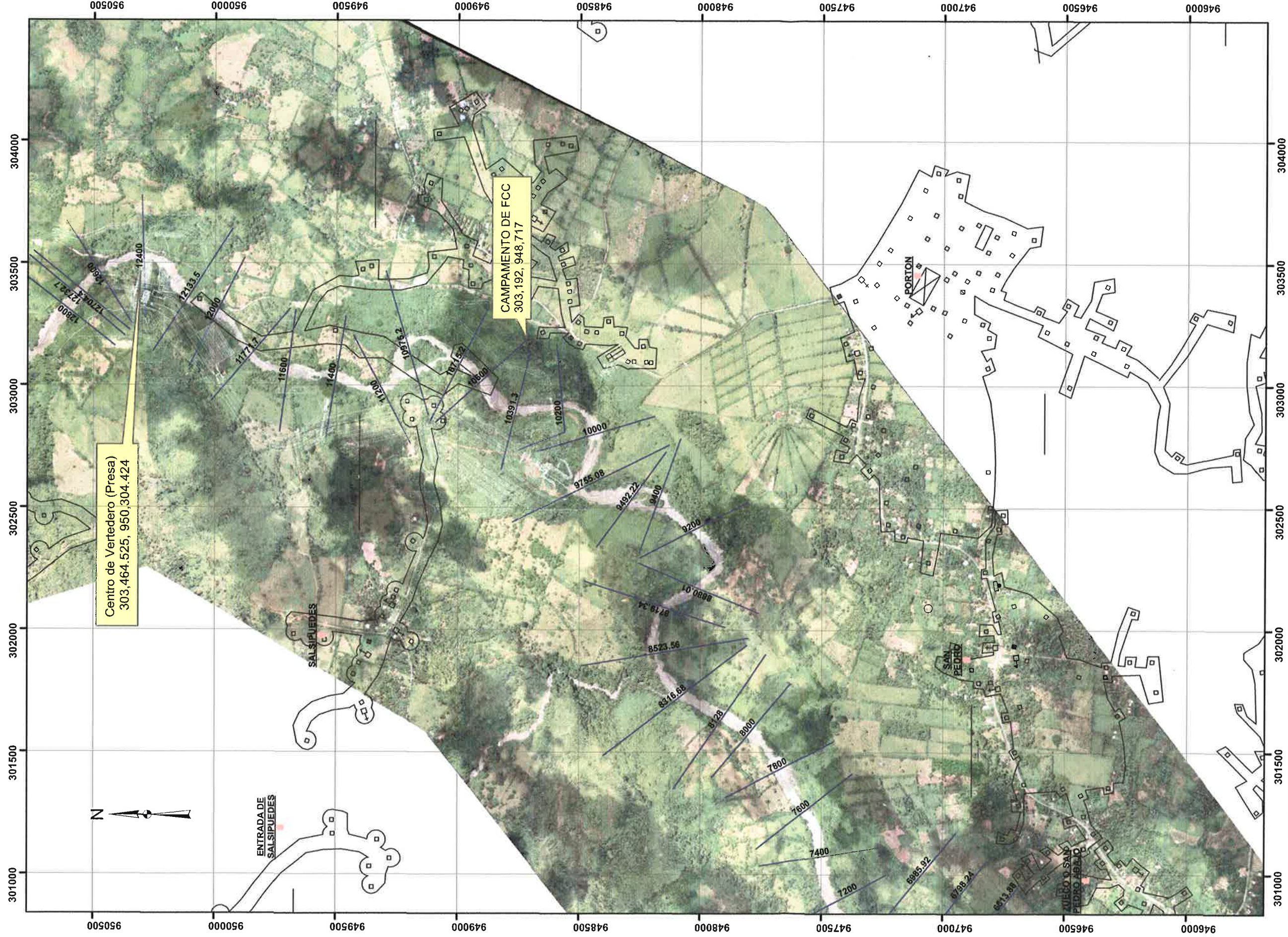


Sources: Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisslopo, and the GIS User Community

	<p>CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA) BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A TELÉFONO: 260-4047 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net www.cedsa-panama.com</p>
	<p>Proyecto: Categorización de la Presa del Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio - CEDSA109-FIC-CH-AGUA Promotor: Fountain Intertrade Corp.</p>
<p>ESCALA: 1:200,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27 0 2,000 4,000 8,000 12,000 Meters</p>	<p>Mapa # 1 Área de Drenaje: Cuenca del Río Chiriquí Viejo al Sitio de Proyecto</p>

Leyenda

- * Estaciones Meteorológicas
 - SubCuencas
 - Ríos Principales
- Área de drenaje: 734.71 Km²



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELÉFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Categorización de la Presa del Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA109-FIC-CH-AGUA
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

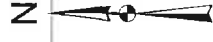


Mapa # 2.1
 Secciones Transversales del Modelo
 HEC-RAS

Legenda

- Poblados
- Secciones Transversales

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



Puente sobre La Interamericana

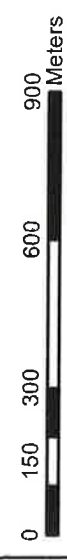


CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELÉFONO: 260-4047
 CORREO: cedse-panama@cableoinda.net
 www.cedse-panama.com



Proyecto: Categorización de la Presa del Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA109-FIC-CH-AGUA
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

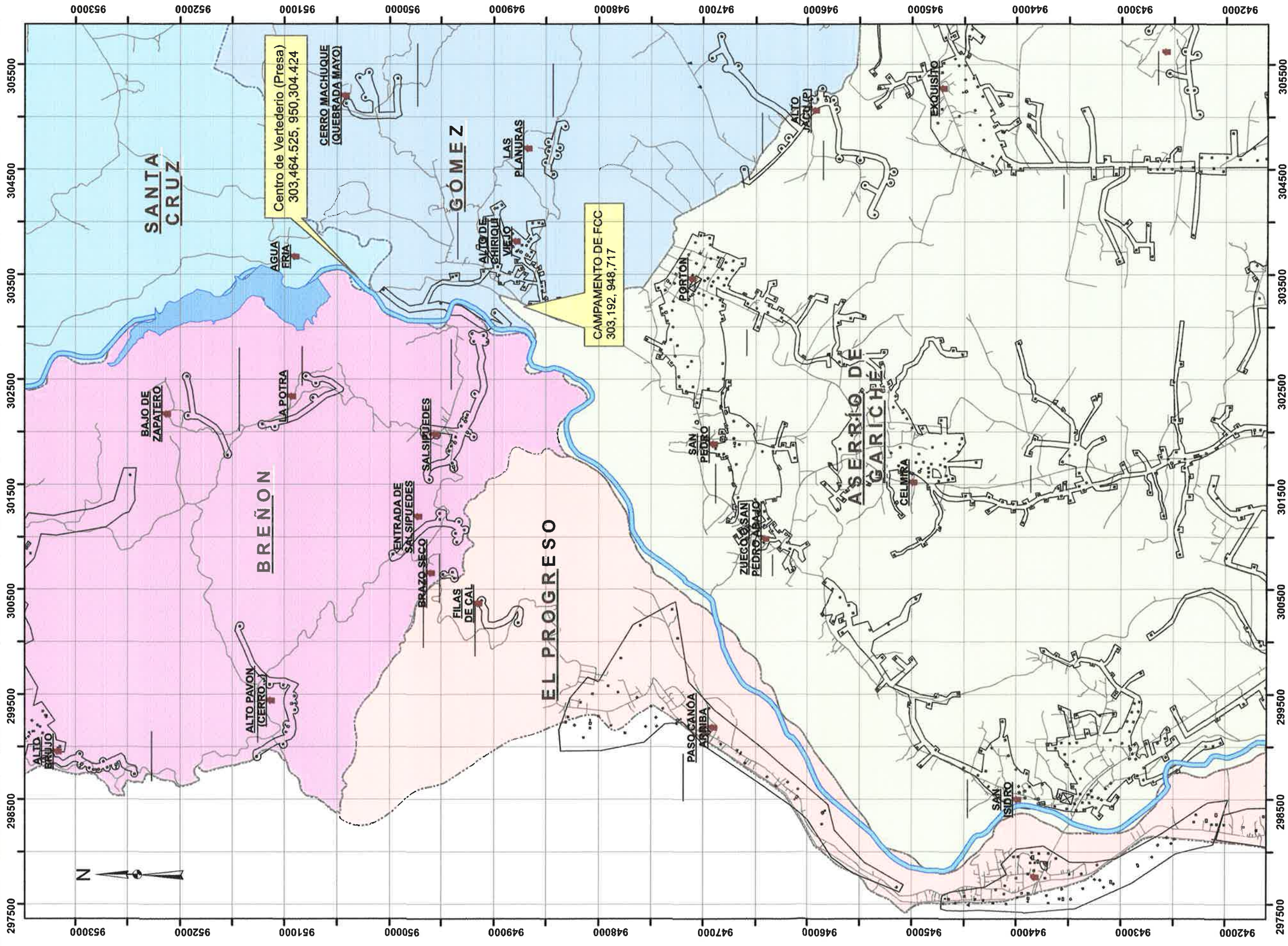


Mapa # 2.2
 Secciones Transversales del Modelo
 HEC-RAS

Leyenda

-  Poblados
-  Secciones Transversales

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Categorización de la Presa del Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA109-FIC-CH-AGUA
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

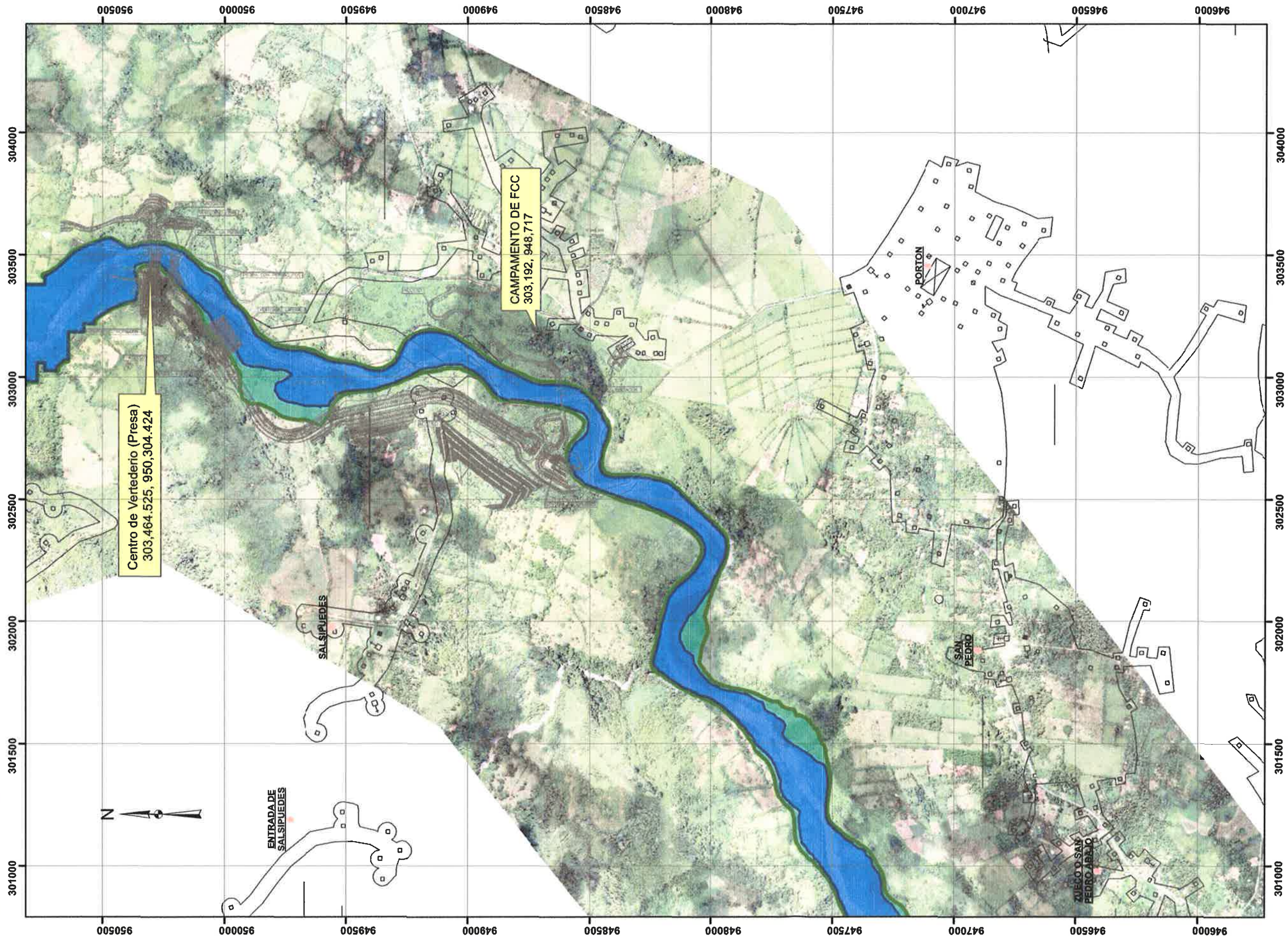
ESCALA: 1:35,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

Mapa # 3
 LUGARES POBLADOS

Leyenda

- Embalse
- NOMBRE**
- ASERRÍO DE GARICHÉ
- BREÑÓN
- EL PROGRESO
- GÓMEZ
- SANTA CRUZ
- CHIRIQUI VIEJO
- Poblados
- Calles

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELÉFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

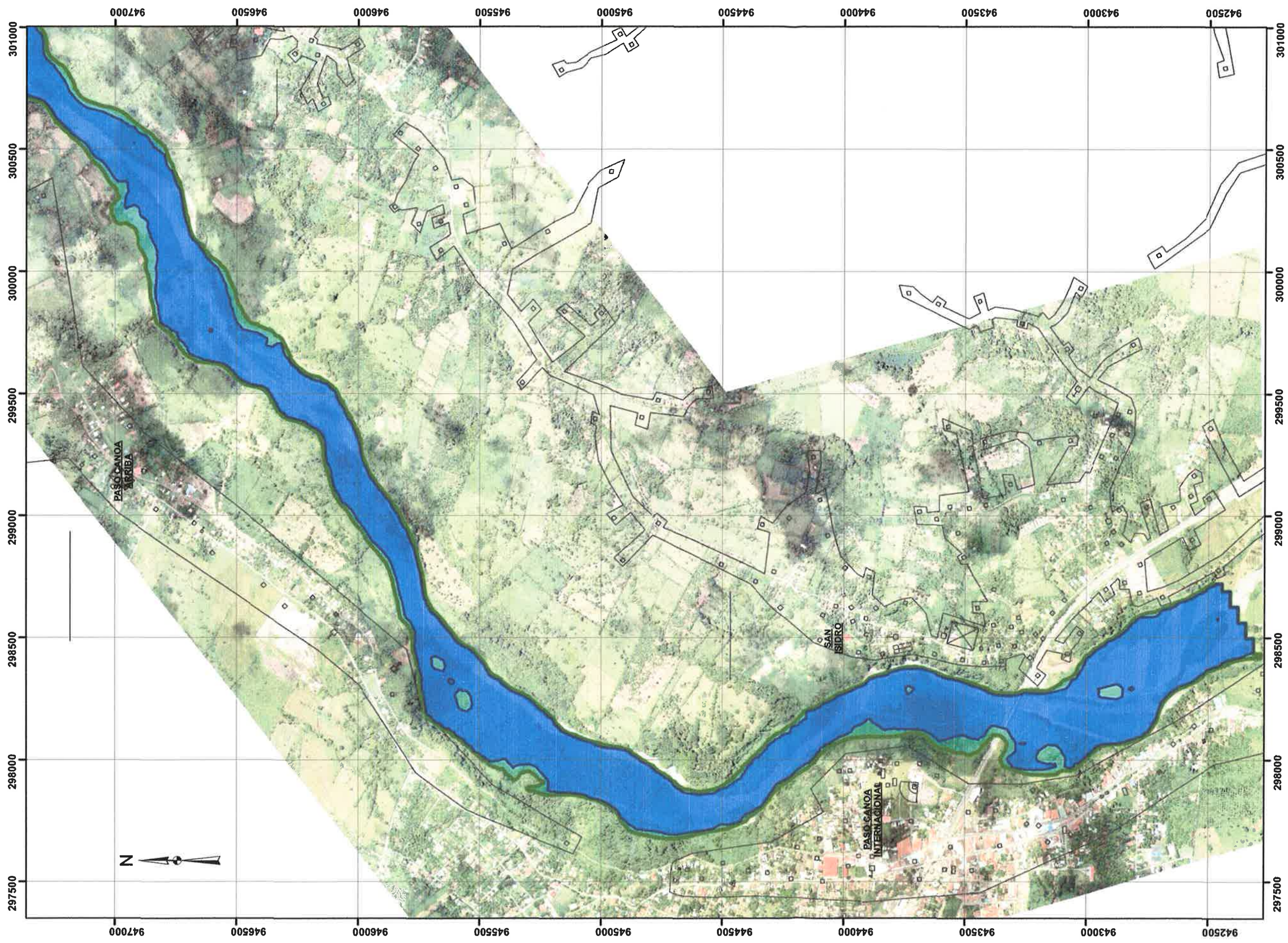
ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27
 0 125 250 500 750 1,000 Meters

Mapa # 4.1
 Zonas afectadas por el Caudal Bajo
 Condiciones de Crecidas Ordinarias

Leyenda

- Q10 para Caudal de 890 m³/s
- Q10000 para Caudal de 2809 m³/s
- Poblados
- Presa

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELÉFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

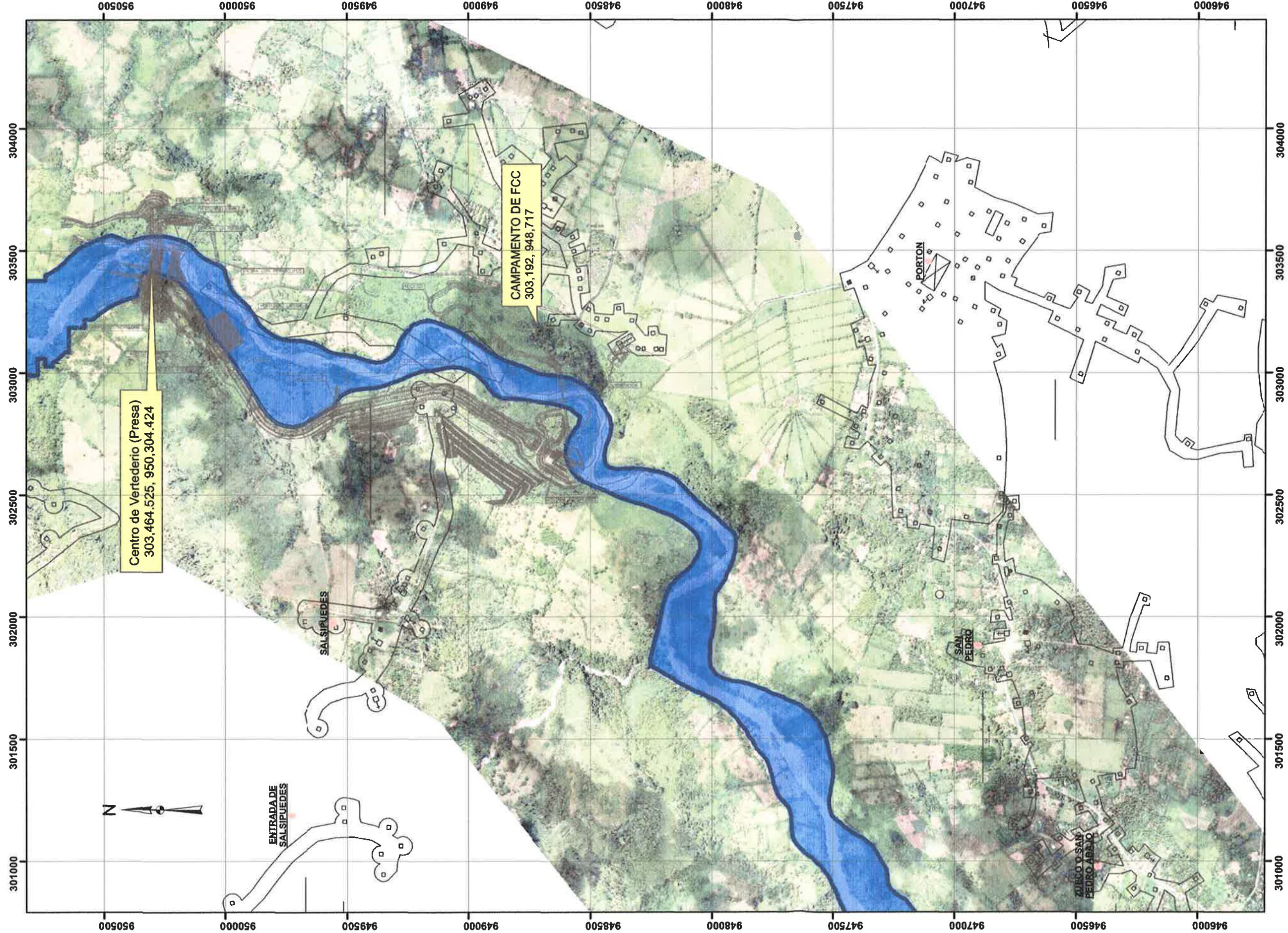


Mapa # 4.2
 Zonas afectadas por el Caudal Bajo
 Condiciones de Crecidas Ordinarias

Leyenda

- Q10 Para Caudal de 890 m3/s
- Q10000 para Caudal de 2809 m3/s
- Poblados

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

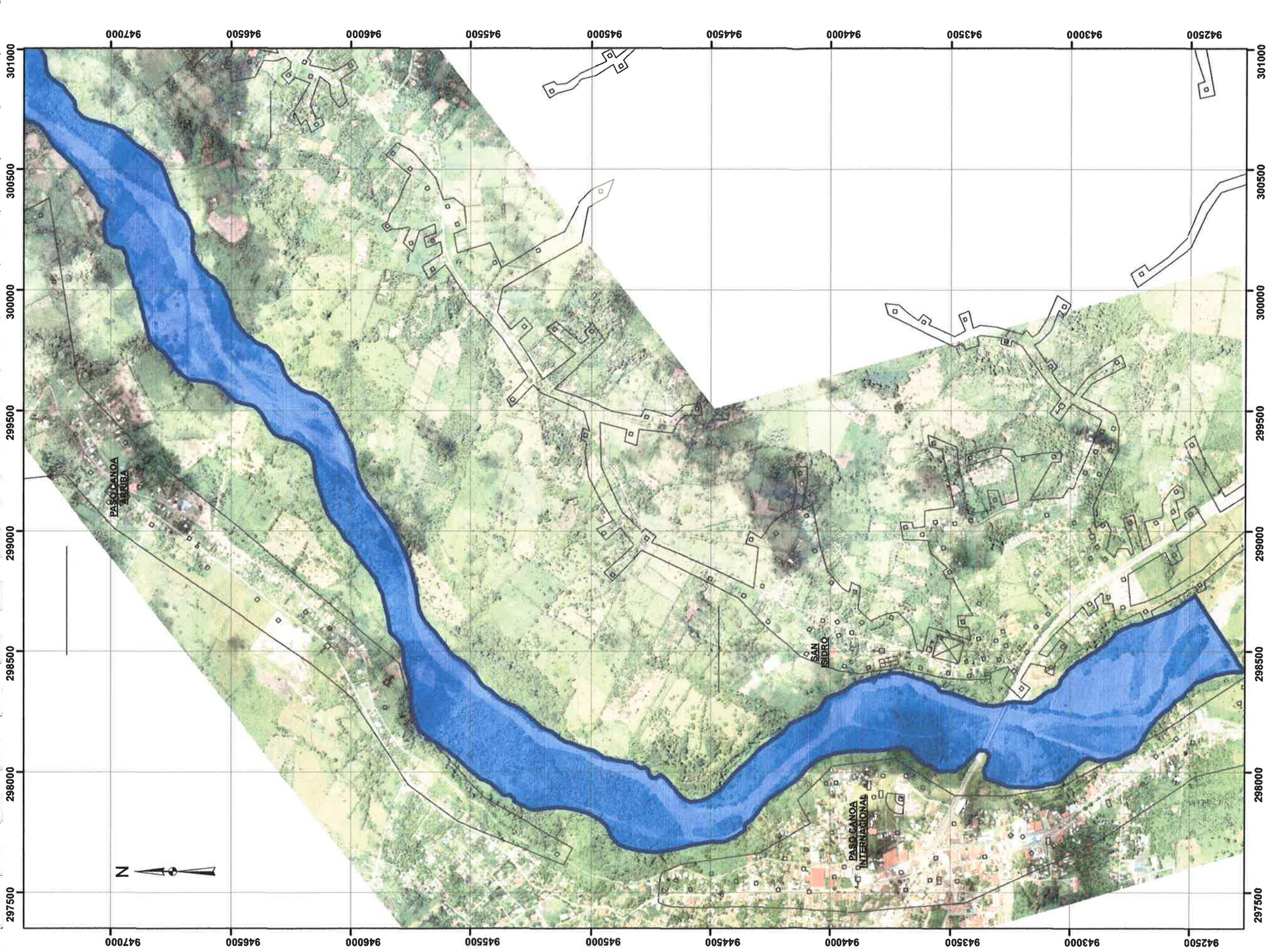
ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27
 0 125 250 500 750 1,000 Meters

Mapa # 5.1
 Zonas afectadas por el Caudal por Colapso Estructural en Operación Normal

Leyenda

- Poblados
- Presa
- Para caudal de 7743.6 m³/s

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

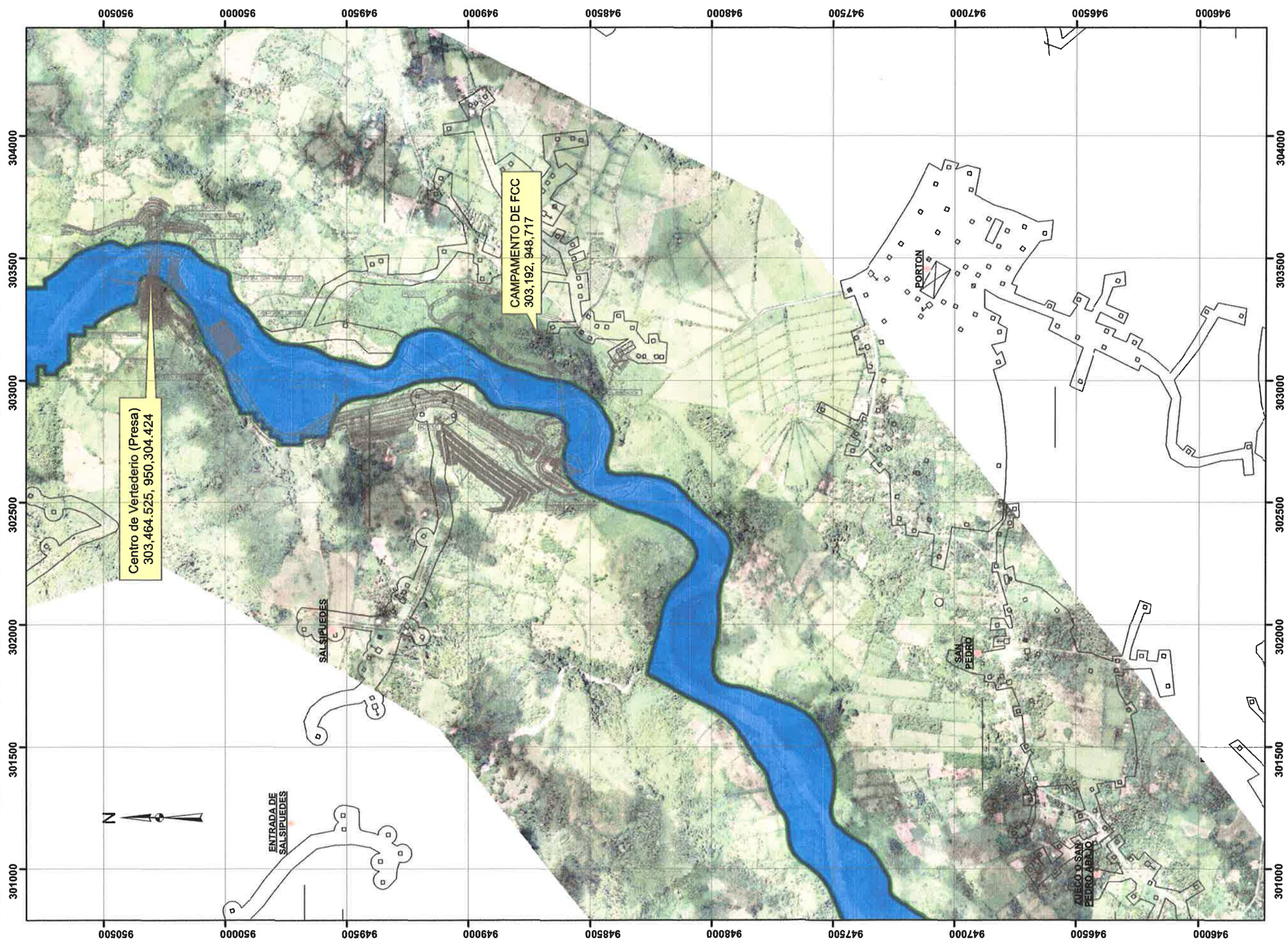


Mapa # 5.2
 Zonas afectadas por el Caudal por Colapso
 Estructural en Operación Normal

Leyenda

- Poblados
- Presa
- Para Caudal de 7743.6 m3/s

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELÉFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com

Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

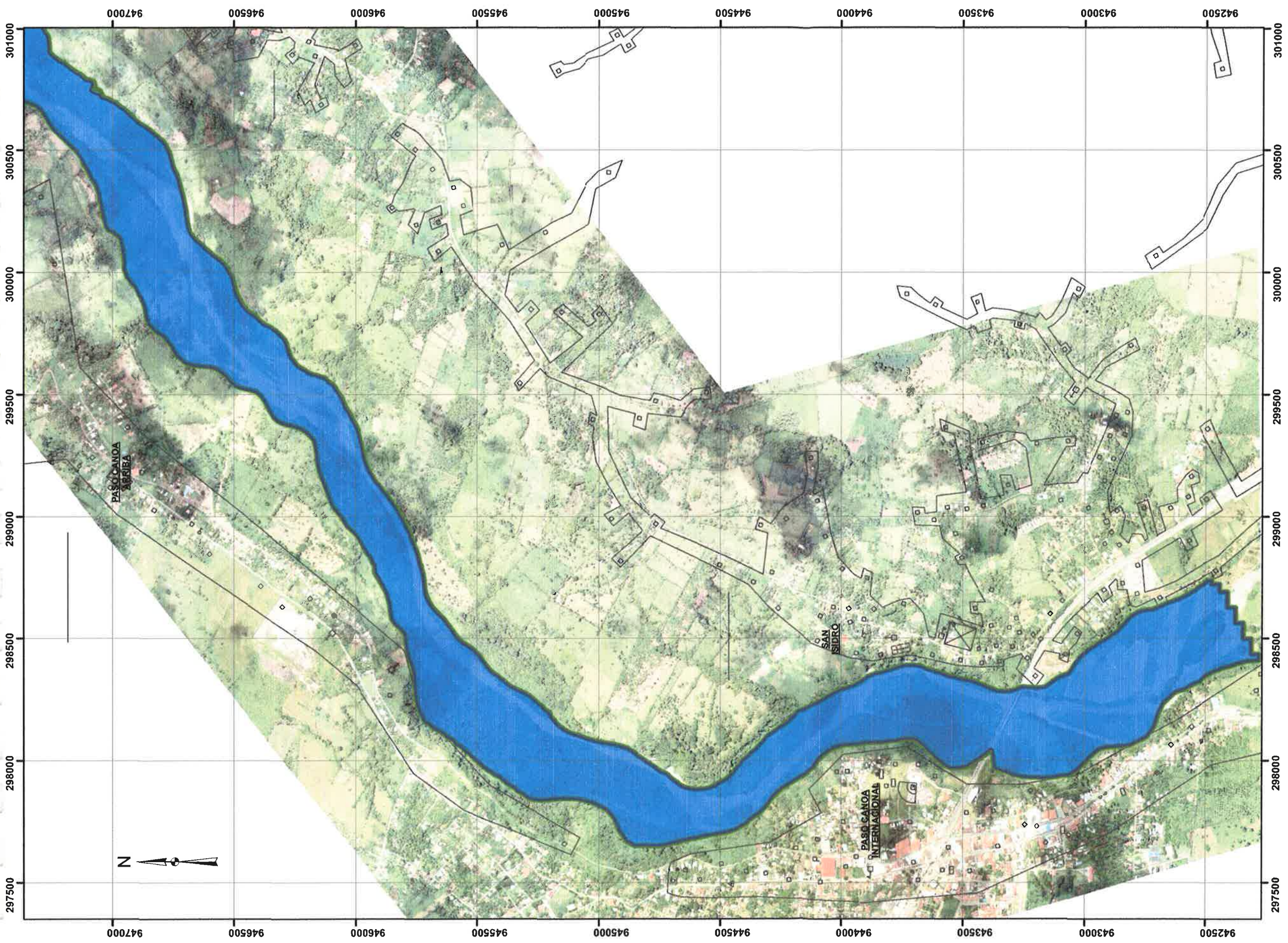
ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27
 0 125 250 500 750 1,000 Meters

Mapa # 6.1
 Zonas afectadas por el Caudal por Colapso Estructural Durante Crecidas Extraordinarias

Leyenda

- Poblados
- Q10 para caudal de 8633.60 m³/s
- Q10000 para caudal de 10552.60 m³/s
- Presa

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

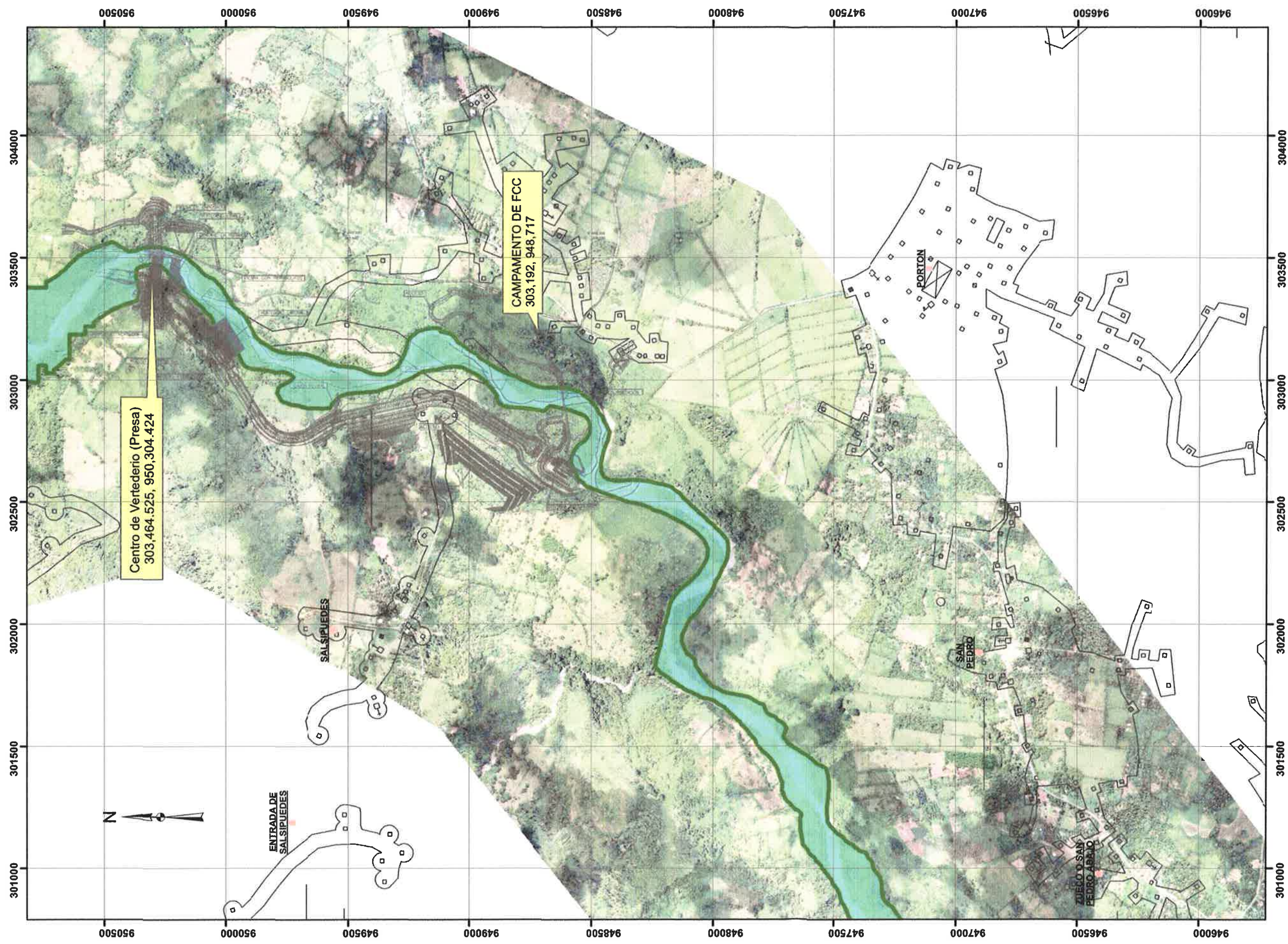


Mapa # 6.2
 Zonas afectadas por el Caudal por Colapso Estructural Durante Crecidas Extraordinarias

Leyenda

- Poblados
- Q10 para caudal de 8633.60 m3/s
- Q10000 para caudal de 10552.60 m3/s
- Presa

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

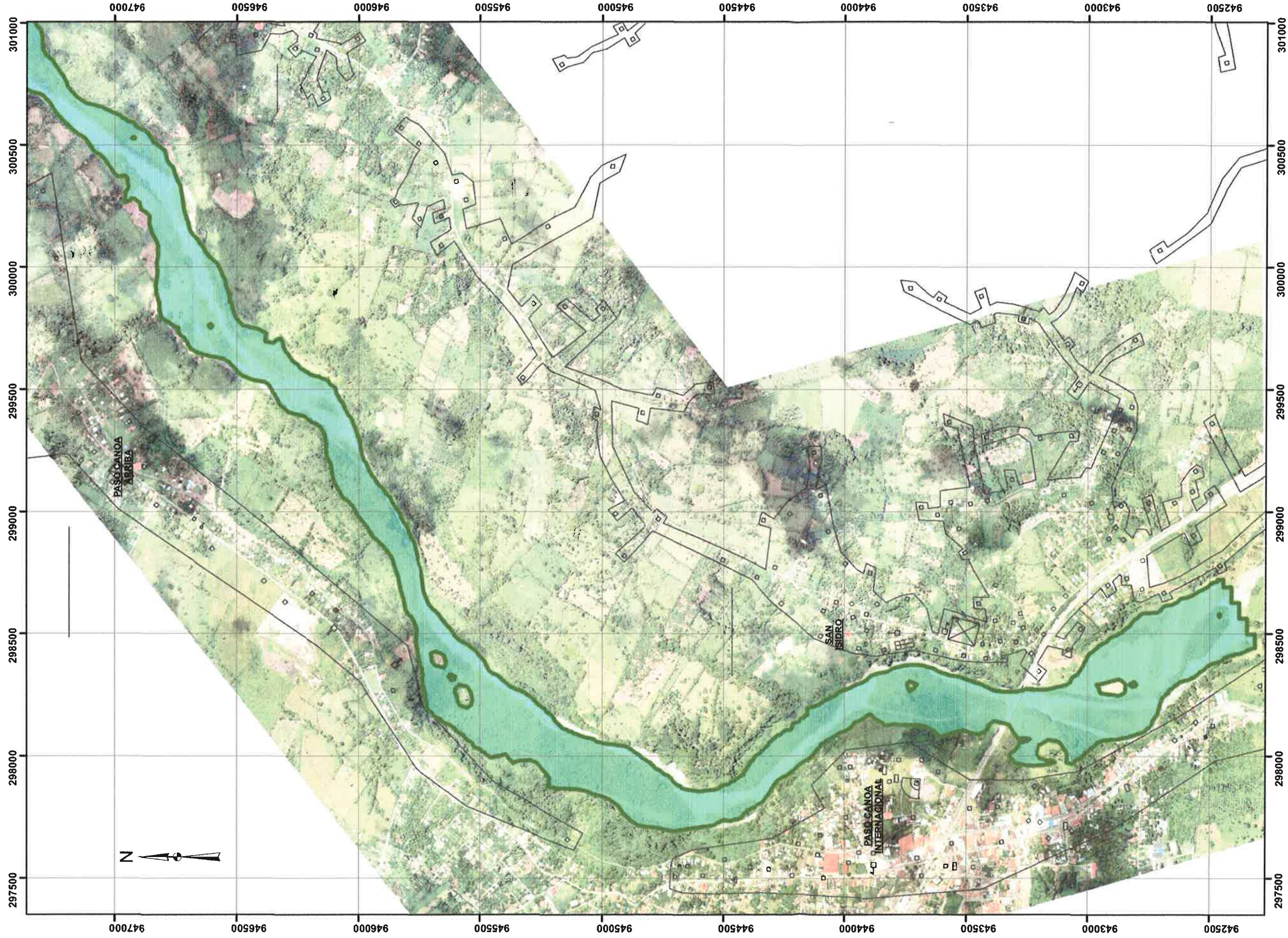


Mapa # 7.1 Zonas afectadas por el Caudal de
 -Apertura Súbita de Compuertas
 -Falla en la Operación de las
 Estructuras Hidráulica de Descarga
 -Vaciado Controlado

Legenda

- Caudal de 925 m³/s
- Poblados

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la
 dirección de Estadística y Censo de la Contraloría
 General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C, LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27

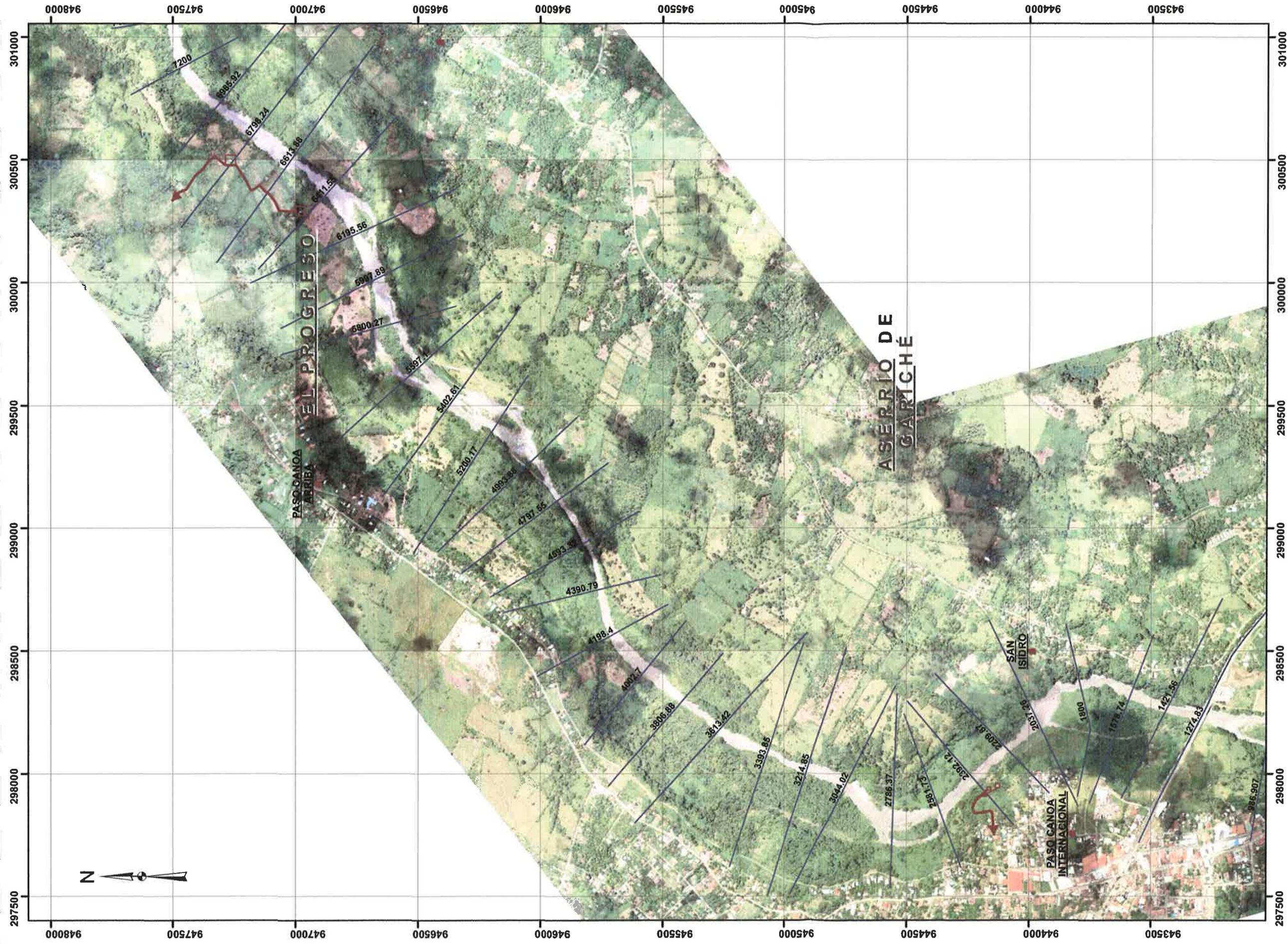


Mapa # 7.2 Zonas afectadas por el Caudal de
 -Apertura Súbita de Compuertas
 -Falla en la Operación de las
 Estructuras Hidráulica de Descarga
 -Vaciado Controlado

Leyenda

-  Caudal de 925 m³/s
-  Poblados

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la
 dirección de Estadística y Censo de la Contraloría
 General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C, LOCAL 3A
 TELÉFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
 www.cedsa-panama.com



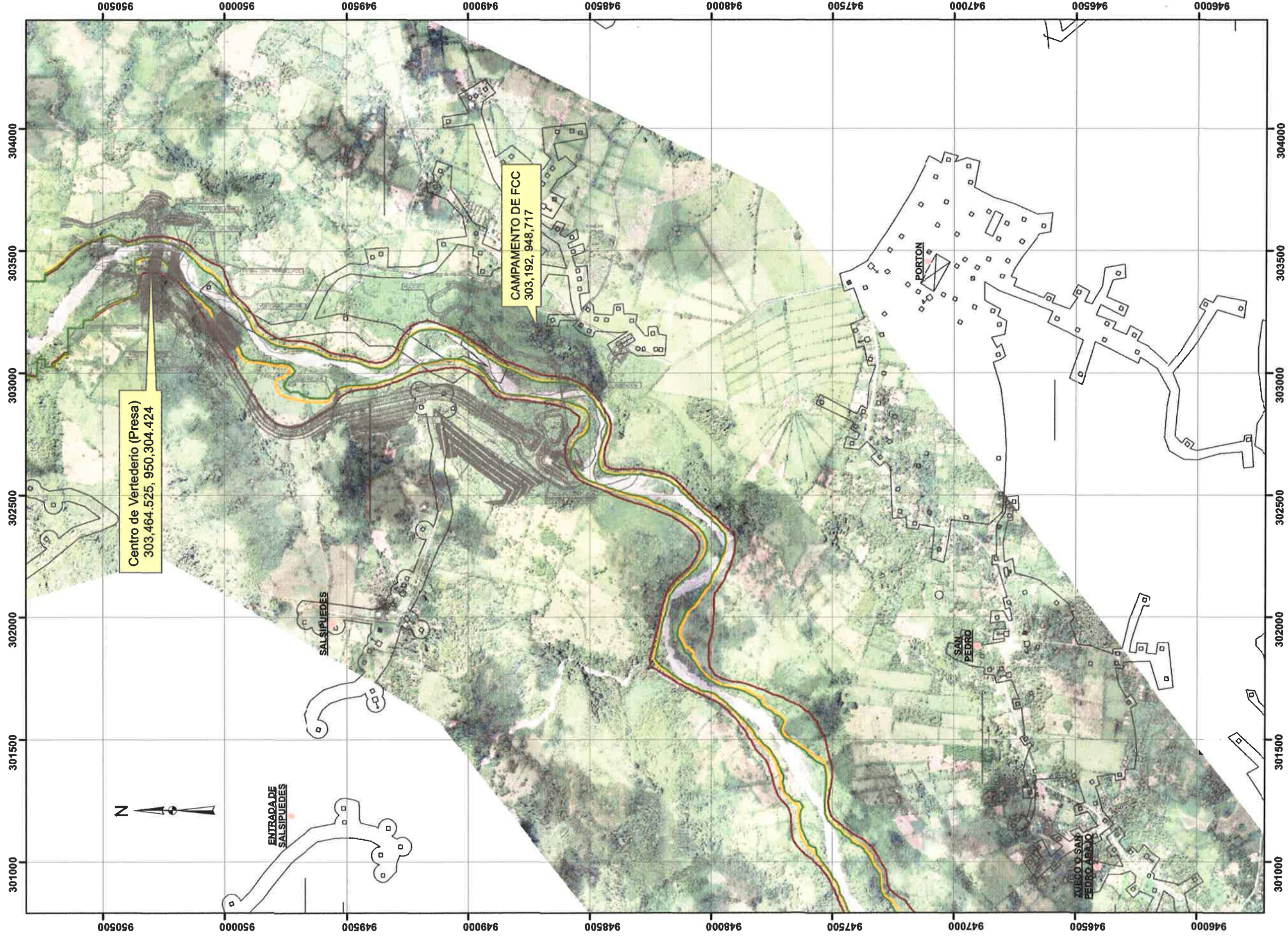
Proyecto: Categorización de la Presa del Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA109-FIC-CHAGUA
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27
 0 125 250 500 750 1,000 Meters

Mapa # 8
 RUTAS DE EVACUACIÓN

Leyenda

- Secciones Transversales
- Ruta de Evacuación



Centro de Vertedero (Presal)
303,464.525, 950,304.424

CAMPAMENTO DE FCC
303,192, 948,717

ENTRADA DE
SALSIPUEDES

SALSIPUEDES

SAN PEDRO

PORTON

ZURCO SAN PEDRO ABADJO



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
TELÉFONO: 260-4047
CORREO: cedsa-panama@cableonda.net
www.cedsa-panama.com

Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
CEDSA08-FIC-CH-PADE
Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27



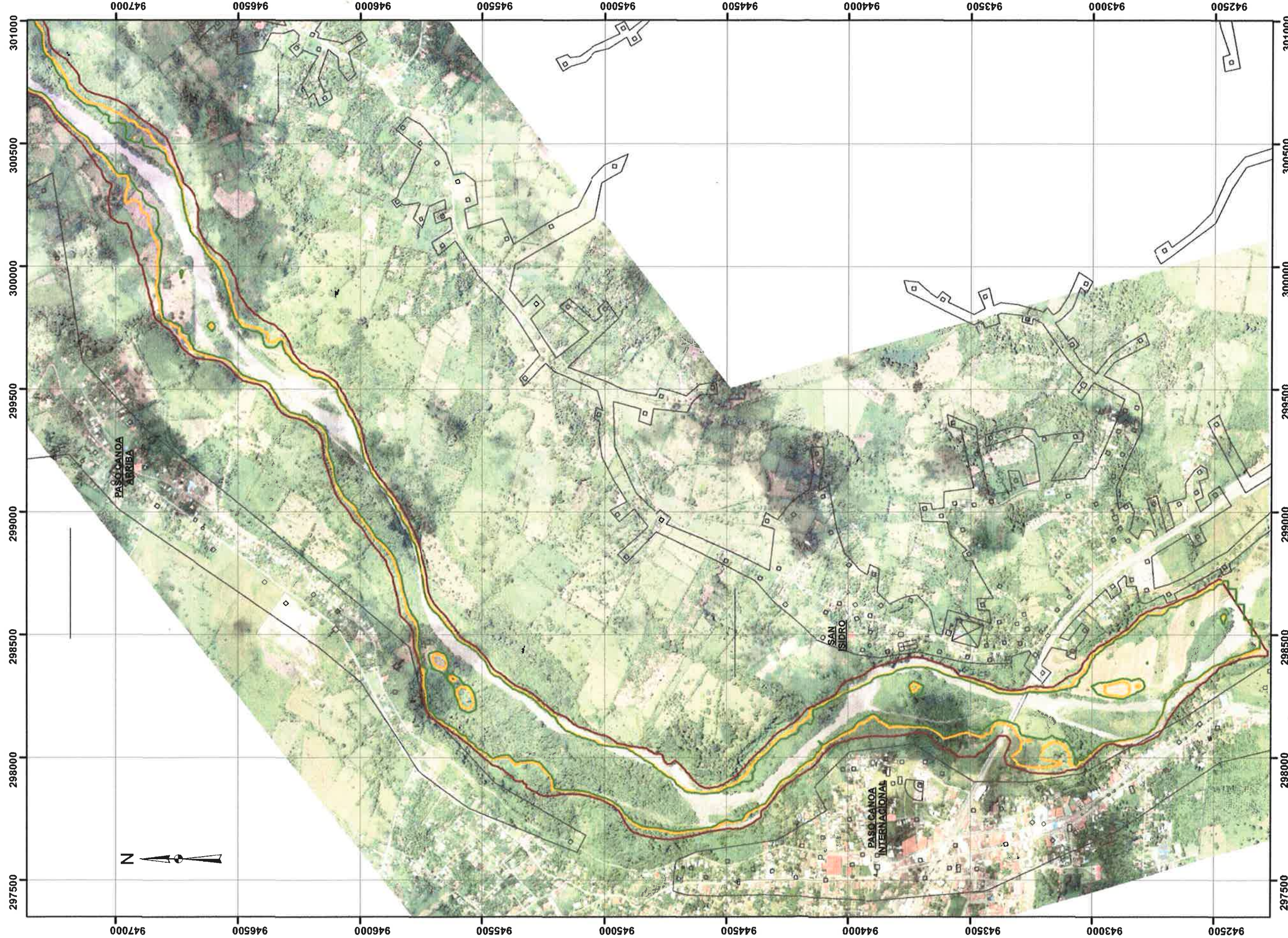
Mapa # 9.1

Huellas de Inundación según Alertas

Leyenda

- Presa
- Poblados
- Alerta Verde
- Alerta Roja
- Alerta Amarilla

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)
 BETHANIA, CALLE 1RA. LA GLORIA, CASA 9C. LOCAL 3A
 TELEFONO: 260-4047
 CORREO: cedsa-panama@cabieonda.net
 www.cedsa-panama.com



Proyecto: Plan de Acciones Durante Emergencia para el Proyecto Hidroeléctrico Bajo Frio
 CEDSA08-FIC-CH-PADE
 Promotor: Fountain Intertrade Corp.

ESCALA: 1:15,000 PROYECCIÓN: UTM NAD 27



Mapa # 9.2
 Huellas de Inundación según Alertas

Leyenda

- Presa
- Poblados
- Alerta Verde
- Alerta Amarilla
- Alerta Roja

Nota: El área de los poblados fue obtenida de la dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, 2010