

EDIFICIO DE TOMA

EJE 1: ADUCCIÓN

PLANTA POTABILIZADORA

EJE 2: CONDUCCIÓN

CONEXIÓN DE RED ARIJÁN

ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA SOLICITUD DE  
AUTORIZACIÓN DE OBRAS EN CAUCES

LÍNEA DE ADUCCIÓN

Planta Potabilizadora Ing. José Guillermo Rodríguez

AGOSTO | 2021

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	2
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. METODOLOGÍA.....	4
4. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	7
5. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	8
5.1 Topografía.....	9
5.2 Pendientes .....	10
5.3 Vegetación.....	11
5.5 Áreas Protegidas .....	12
6. COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO.....	13
6.1 Definición del régimen de lluvias y datos promedios .....	13
7. DEFINICIÓN DE LOS CURSOS INTERCEPTADOS.....	15
7.1 Caudales Promedios (m <sup>3</sup> /s).....	31
7.2 Caudales Máximos para 50 Años (m <sup>3</sup> /s).....	34
7.3 Aforos esporádicos.....	37
8. IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS ACTUALES.....	38
9. DESCRIPCIÓN Y DETALLES DE LAS OBRAS EN CAUCE .....	39
10. ANEXOS .....	85

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto “Planta de Tratamiento de Agua Potable Ing. José G. Rodríguez”, está ubicado en el Corregimiento de Nuevo Emperador, Distrito de Arraiján, Provincia de Panamá Oeste, llevado a cabo por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), y adjudicado a la empresa Consorcio Acciona Panamá Oeste.

El sistema consiste en la construcción de una planta de tratamiento de agua potable, en un área de aproximadamente 7.37 hectáreas de afectación, y contemplará la adecuación de una vía de acceso a dicha planta, la construcción de la obra de toma en el área de extracción del producto crudo, la conformación de una línea de aducción de dicho producto hasta la planta, y finalmente, la conformación de una línea de conducción que dirigirá el producto terminado hasta su distribución a los usuarios beneficiados.

El presente estudio destaca la evaluación de los cursos de agua que se ven afectados por la intersección de la línea de aducción del proyecto, la cual tiene un trayecto de aproximadamente 17,699 ml (o 17.69 km) desde el Canal de Panamá (extracción) hasta Loma Cová (donde se ubica la PTAP y comienza la conducción).

Este análisis se realizará a través de una evaluación de la topografía del sitio, condiciones de las pendientes, vegetación, precipitaciones y comportamiento hidrológico general de las cuencas, de modo que se puedan identificar los caudales máximos de crecida en dichos cuerpos de agua, para un período de retorno de 50 años.

Con esta información, se podrán definir las obras en cauce a construir sobre cada intersección, de modo que se realice la conformación de la línea de aducción del proyecto sin que se vean afectados los cuerpos de agua superficial presentes en el área de estudio, con miras a conservar las condiciones naturales del ecosistema local.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Realizar un estudio hidrológico e hidráulico para determinar los caudales de inundación sobre los cursos de agua que son interceptados por la línea de aducción de la P.T.A.P Ing. José G. Rodríguez en Panamá, y que son estimados sobre un período de retorno de 50 años, para la posterior evaluación del establecimiento de obras en cauce a implantar.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis preliminar del sitio, a partir de visitas de campo e información digital existente, para identificar las condiciones generales del área de estudio y determinar la forma de la escorrentía superficial en las diferentes áreas de drenaje que atraviesa la línea.
- Evaluar todos los parámetros desencadenantes de fenómenos de inundación del área: topografía, usos de suelo, hidrografía y clima.
- Analizar el comportamiento de las precipitaciones máximas o promedios en el área de estudio.
- Determinar el caudal promedio y el máximo de crecidas para un período de retorno de 50 años.
- Describir las características generales de las obras en cauce a construir en cada intersección de acuerdo a los parámetros obtenidos en los modelos de inundación evaluados.



### 3. METODOLOGÍA

Para la ejecución del estudio fue necesario, en principio, proceder con la recolección de información existente del área de estudio, a través de la toma de datos en campo y análisis de información secundaria (Fase I). Con esto, se procedería, entonces, al análisis e interpretación de estos datos a través de herramientas de referenciación geográfica y softwares de modelización hidrológica e hidráulica (Fase II). Finalmente, se analiza los resultados obtenidos para establecer los criterios de diseño de las distintas obras en cauce a construir en cada caso (Fase III).

#### Fase I: Recopilación de Información Existente

La primera fase del estudio contempla la recopilación de información existente. Para ello, se ha realizado una visita al área de estudio para verificación de las condiciones generales y un primer reconocimiento de los parámetros considerados en el estudio (topografía, pendientes, vegetación, hidrología, etc.).

Seguidamente, se han obtenido datos a través de información digital suministrada por Consorcio Acciona Panamá Oeste, específicamente, en relación a los componentes del sistema y a los detalles técnicos que componen la línea de aducción sobre la cual se enfocaría el análisis.

En esta fase también fue necesario contar con información digital y bibliográfica obtenida a partir de fuentes oficiales de distintas instituciones panameñas y referencias internacionales. Específicamente, datos de la cuenca de parte del Ministerio del Ambiente (MiAmbiente), parámetros de cálculos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), información cartográfica suministrada por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG), información climática de parte de la Dirección de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA), datos hidrológicos levantados por el Smithsonian Tropical Research Institute (STRI-Panamá), y finalmente, información topográfica obtenida de la base de datos satelitales del Alaska Satellite Facility del Instituto Geofísico de la Universidad de Alaska Fairbanks.

## Fase II: Procesamiento de Información

A partir de la data obtenida durante la primera fase, se procede a procesarla a través del manejo de las herramientas que otorgan los Sistemas de Información geográfica (SIG), en este caso, ArcGIS y Global Mapper, para reunir, gestionar y analizar dichos datos, y usando Google Earth Pro como software de visualización geográfica. Con esta información, se han confeccionado los mapas temáticos para el análisis de las condiciones generales de la cuenca y sub-cuenca del área de estudio. Específicamente, se han levantado mapas de topografía, pendientes, hidrología, y vegetación.

Por consiguiente, se ha procedido, a través del modelo de elevación digital (DEM) obtenido de los datos satelitales del Alaska Satellite Facility, a identificar todos los cursos de agua presentes en el área de estudio, que por escorrentía natural conforman la red de drenaje, considerando desde aquellos cauces de primer orden o que están situados en las regiones de nacientes (es decir, que no presentan tributarios aguas arriba), hasta las quebradas y ríos terciarios, secundarios y principales. Seguidamente, se han estimado las microcuencas o áreas de drenaje de cada uno de estos cuerpos. Por tanto, se han identificado todas las intersecciones entre la línea de aducción y estos cursos.

Con estos datos, se utiliza la fórmula racional para la estimación de los caudales de crecidas máximas en un período de retorno de 50 años, para áreas de drenaje igual o menor a 250 hectáreas, según el Manual de Requisitos y Normas Generales actualizadas para la Revisión de Planos del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Para ello, se utilizan datos como la pendiente, el área de drenaje, la longitud del cauce, el coeficiente de escorrentía y la intensidad. Esta última, a partir del análisis de las curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia de las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks, y en la Estación Pluviométrica de la Universidad de Panamá.

Para áreas de drenaje mayores a 250 hectáreas, se utiliza la metodología expuesta en el documento "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá", elaborado

por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A., ETESA, con fecha de septiembre de 2008.

Para el caso anterior, se emplea el área de drenaje del río en km<sup>2</sup>, y las ecuaciones para estimación del caudal máximo construidas por ETESA, según la región hidrológicamente homogénea a la que aplique el área de estudio.

Finalmente, procede a digitalizar las secciones de cada curso interceptado por separado, empleando el módulo HEC-GEORAS, y se han exportado al software HEC-RAS para el análisis de crecidas. En el mismo, se realizan las corridas de los modelos de inundación, usando los datos de caudales obtenidos, así como la pendiente y el coeficiente de rugosidad (fórmula de Manning).

### **Fase III: Análisis de Resultados**

Por último, una vez obtenidas las secciones inundadas durante un evento de crecida máxima en un período de retorno de 50 años, se procede a analizar estos resultados para establecer los parámetros de diseño de las obras en cauce planteadas para cada punto de intersección.

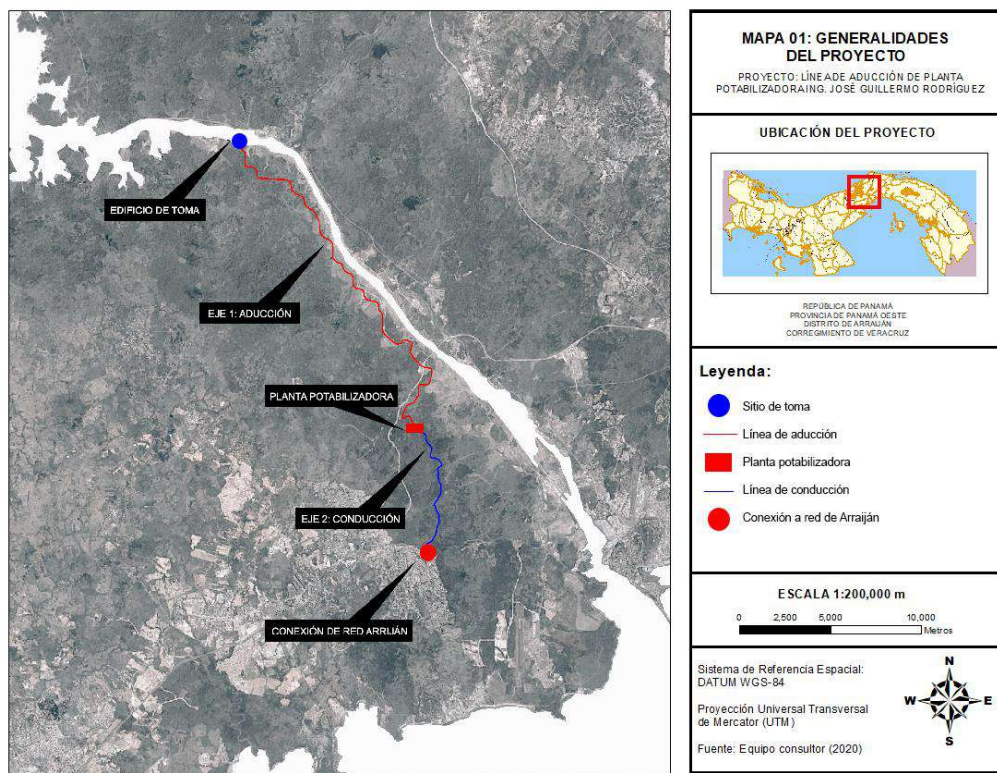
Al respecto, se establecen las características generales (material, forma, dimensiones, capacidad, etc.) con los que deberán cumplir cada una, de modo que se preserven los cuerpos de agua superficial y no existan implicaciones ambientales durante la conformación de la línea de aducción.

#### 4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto “Planta de Tratamiento de Agua Potable Ing. José G. Rodríguez”, está ubicado en la finca 146144 propiedad de La Nación, Corregimiento de Nuevo Emperador, Distrito de Arraiján, Provincia de Panamá Oeste.

El mismo consiste en la construcción de una planta potabilizadora en un área de 7.37 hectáreas de afectación; una obra de toma en el punto de extracción (en el Canal de Panamá) de 1.50 hectáreas de afectación; un camino de acceso a la planta de aproximadamente 0.66 hectáreas de afectación; una línea de conducción, de 6.48 hectáreas de afectación; y una línea de aducción de 17.69 hectáreas de afectación, la cual dirige el producto crudo desde su extracción en el Canal de Panamá, hasta la PTATP, donde será tratado. (Ver Mapa 01).

El trazado de la línea de aducción cuenta con un recorrido de aproximadamente 17.69 kilómetros lineales. El presente análisis estudia las intersecciones que existen a en todo este trayecto.



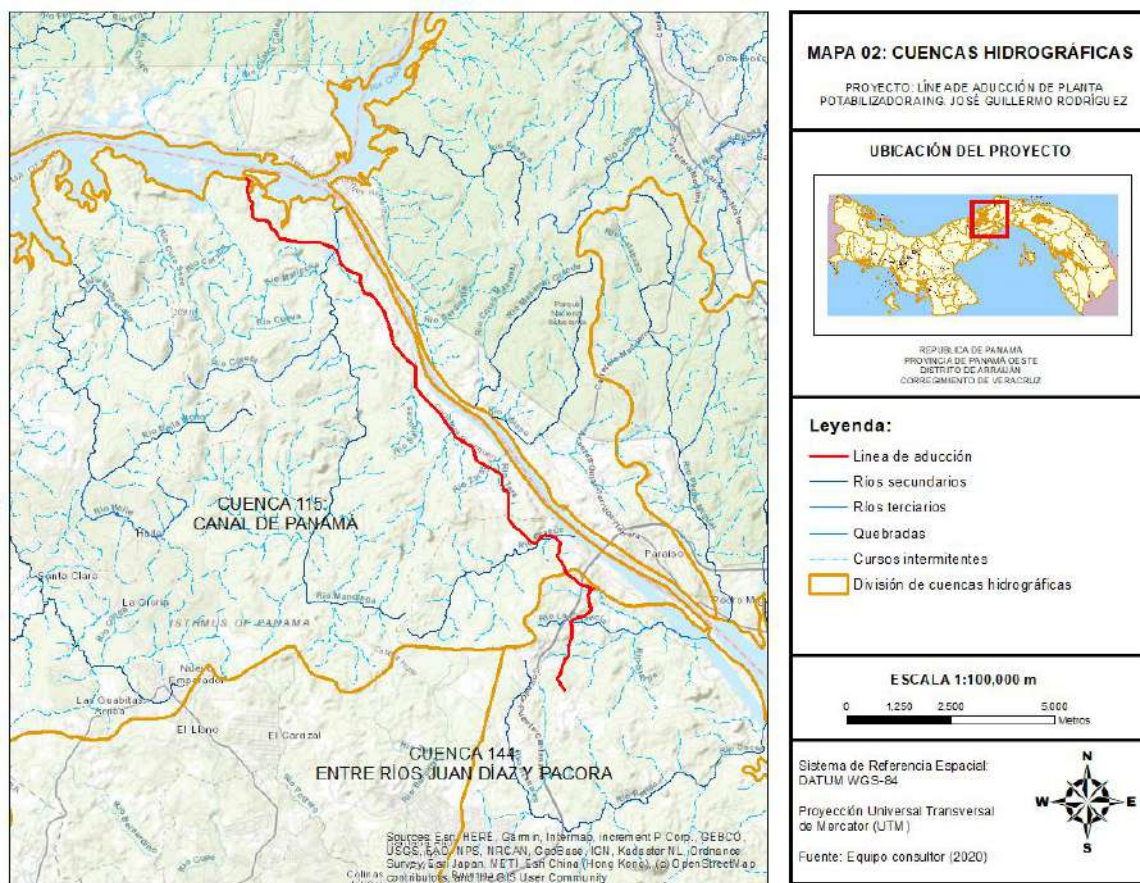
Mapa 01. Generalidades del proyecto.  
Fuente: Equipo consultor, a partir de CONSORCIO ACCIONA, 2021.



## 5. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

La línea de aducción se ubica, en mayor proporción, en la Cuenca Hidrográfica N° 115, del Canal de Panamá (en 13.97 km aproximadamente), y en menor proporción, en la Cuenca Hidrográfica N° 144, entre el Río Juan Díaz y Pacora (en 3.73 km aproximadamente), específicamente en la sección de ésta correspondiente a la Provincia de Panamá Oeste (Ver Mapa 02).

En la sección correspondiente a la Cuenca del Canal de Panamá, se ubican los ríos Mandinga, Camacho, y Grande, y quebrada Sajalices. Mientras que en la sección correspondiente a la Cuenca entre el Río Juan Díaz y Pacora, se ubica el río La Estancia y la quebrada Conga y Cocolí.



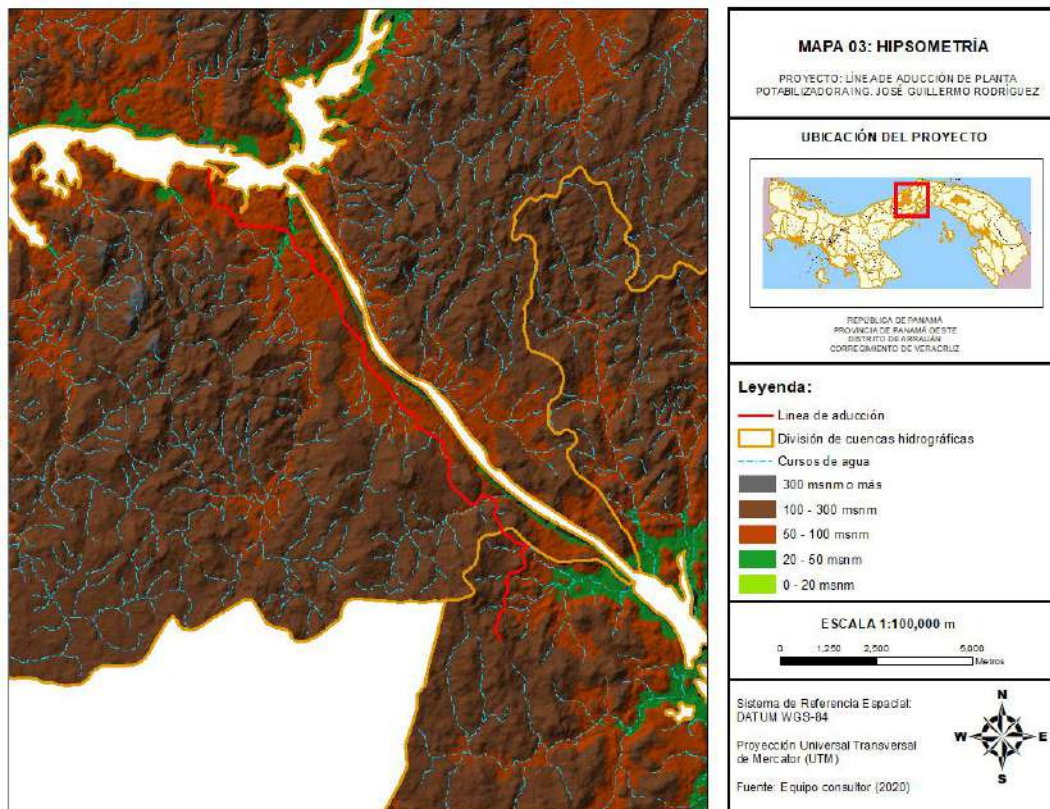
Mapa 02. Cuencas hidrográficas del área de estudio.  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

En la sección de anexos se ha incluido el Anexo 01: Localización Regional del Proyecto, mapa en escala 1:50,000.

## 5.1 Topografía

El área de estudio cuenta con una topografía diversa, puesto que las cotas del terreno donde incide el trazado de la línea de aducción pueden alcanzar hasta los 245 m.s.n.m, en sus zonas más altas, hasta los 35 m.s.n.m, en sus zonas más bajas. Las zonas más bajas pertenecen en su mayoría la vertiente del Canal de Panamá, desde donde nace la línea de aducción. Las más altas pertenecen en su mayoría al segmento final de la línea en Loma Cová, donde atraviesa colinas y montañas (Ver Mapa 03). La mayoría del relieve del área es de tipo alomado y colinoso (de 50 a 155 msnm).

Por tanto, se puede afirmar que los cursos de agua estimados pueden tocar estos niveles de cota en el terreno, teniendo inclusive hasta más de 100 metros de diferencia altitudinal entre sus puntos de inicio y final.



Mapa 03. Hipsometría del área de estudio.  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

En la sección de anexos se ha incluido el Anexo 02: Hoja Topográfica del Proyecto, mapa en escala 1:50,000.

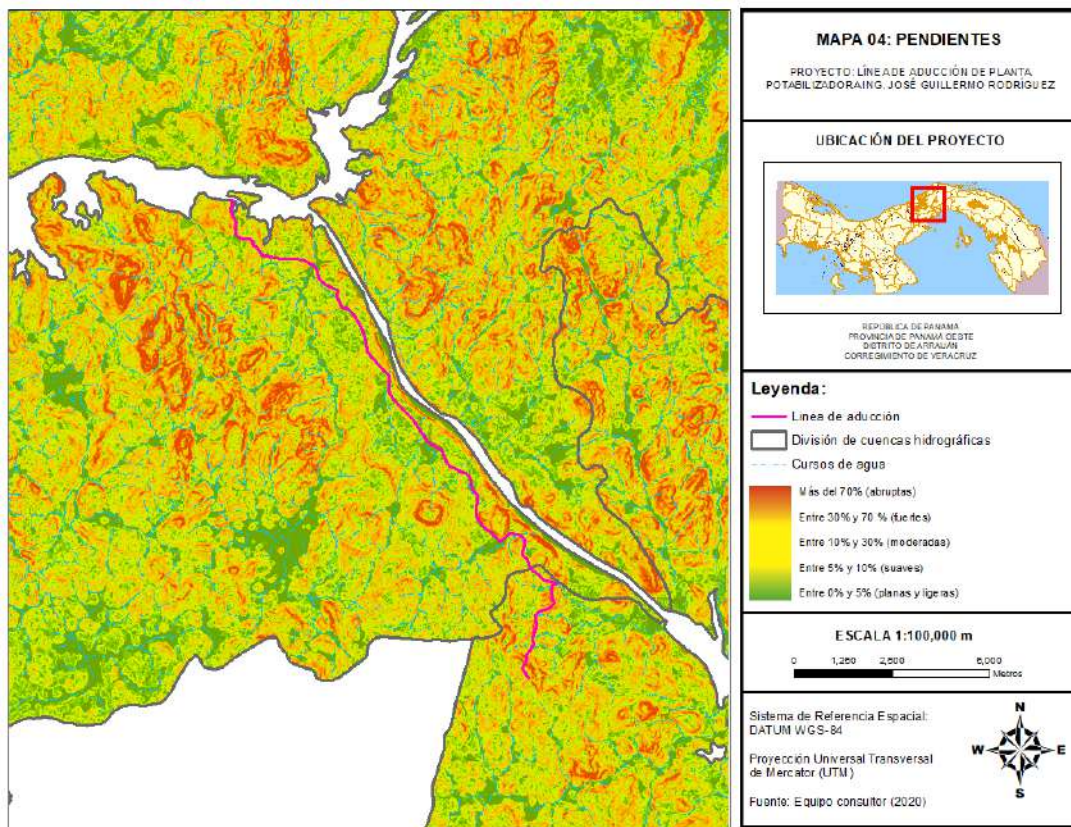


## 5.2 Pendientes

En cuanto a condiciones de las pendientes en el área de estudio, se tiene que la línea de aducción puede atravesar terrenos con pendientes de hasta un 56% de inclinación aproximadamente, en sus pendientes más fuertes. Esto, específicamente en las zonas donde el segmento de la línea atraviesa colinas y lomas.

Sin embargo, la extensión de la línea de aducción ocupa en su mayoría pendientes planas, suaves y moderadas del terreno. Estas son representativas de las zonas bajas del área del Canal de Panamá, y van, por lo general, de 0 a 30% de inclinación (Ver Mapa 04).

Por tanto, se puede afirmar que las pendientes de los cursos de agua interceptados pueden variar entre 0 hasta más de 50% de inclinación.



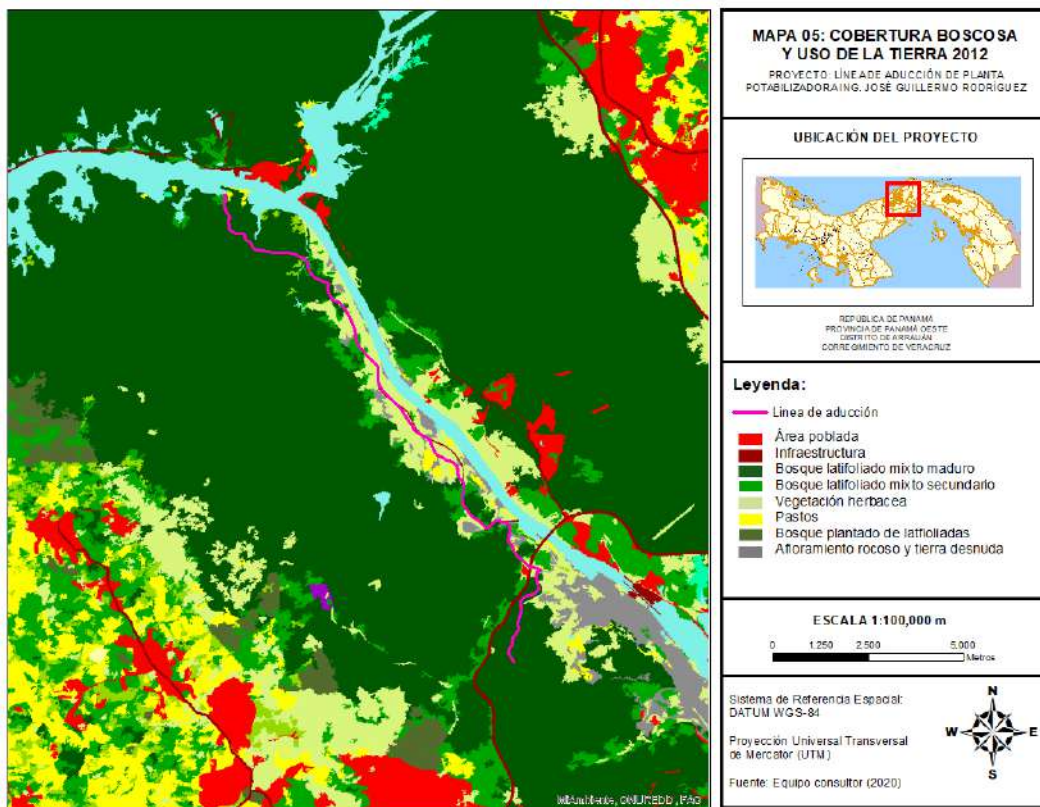
Mapa 04. Pendientes del área de estudio.  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

### 5.3 Vegetación

En cuanto a la vegetación del área de estudio, según la información obtenida del Mapa de Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra 2012 del MIAMBIENTE, se tiene que el segmento evaluado de la línea de aducción atraviesa, en aproximadamente 40% de su recorrido, a vegetación de tipo bosque latifoliado mixto maduro, el cual es un bosque compuesto por árboles en estado adulto y con mayor presencia de árboles con copas grandes.

Por otro lado, un 40% corresponde a vegetación de tipo rastrojos, los cuales se clasifican generalmente como vegetación arbustiva y herbácea. Esto, específicamente en el segmento medio de la línea, el cual trasciende paralelo a al Canal de Panamá.

Por otra parte, un 20% restante lo ocupa vegetación de bosque latifoliado mixto secundario, afloramiento rocoso y tierra desnuda, y algunas áreas de pastos. Esto, en distintos puntos del trayecto de la línea (Ver Mapa 05).



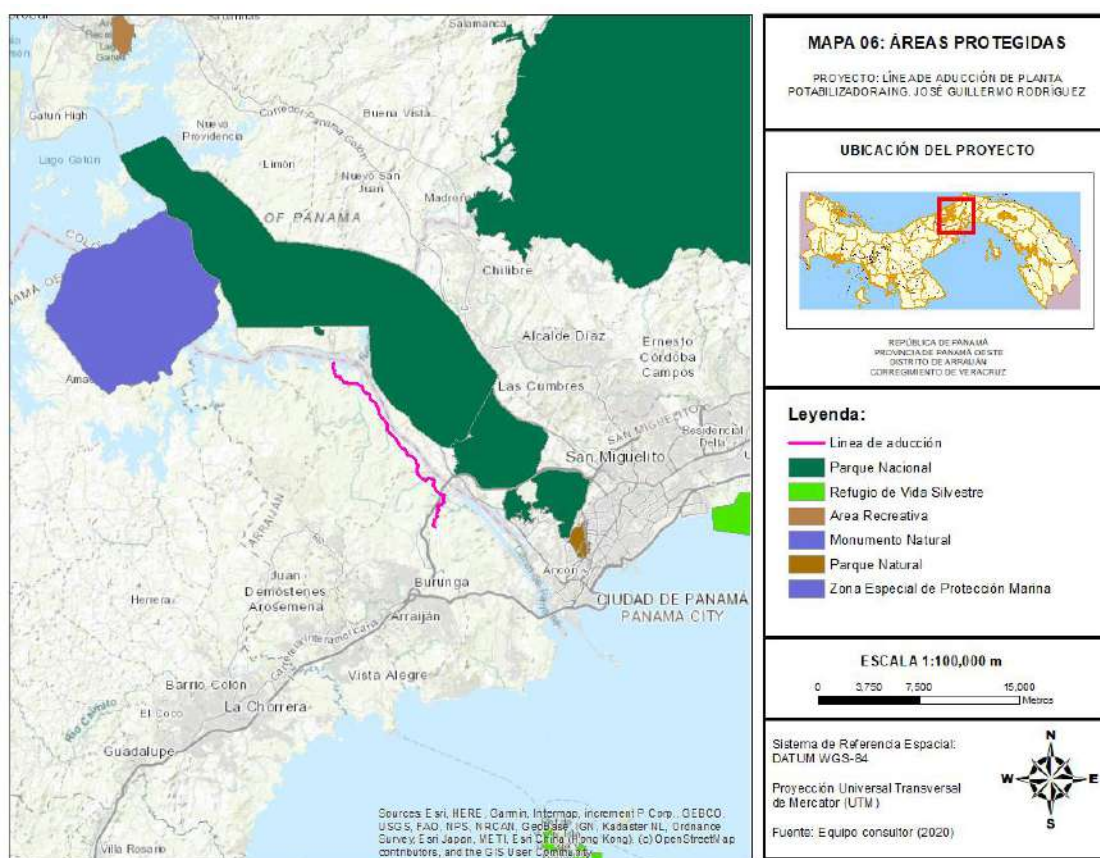
Mapa 05. Vegetación del área de estudio.  
Fuente: Equipo consultor, 2021.



## 5.5 Áreas Protegidas

Finalmente, en el análisis del área de estudio, se puede afirmar que el proyecto no interviene en ninguna de las áreas protegidas que han sido definidas y publicadas por ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, actualmente MIAMBIENTE) en el año 2006.

Al respecto, se puede destacar que el área protegida más cercana es el Bosque Protector de Arraiján, ubicado al oeste del proyecto. Entre otras, se encuentran el Parque Nacional Soberanía y el Parque Nacional Camino de Cruces, en las provincias de Panamá y Colón, a 1 km de distancia aproximadamente desde el proyecto. (Ver Mapa 06).



Mapa 06. Áreas protegidas.  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

Una vez explicadas las condiciones generales del área de estudio, se procede a destacar los cursos de agua interceptados por la línea de aducción, y sus características (pendiente, área de drenaje, longitud, y caudales estimados).

## 6. COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO

La información meteorológica y datos estadísticos sobre precipitaciones del área de estudio son obtenidos del comportamiento histórico monitoreado por las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks, a partir de lo suministrado por la Dirección de Hidrometeorología de ETESA. Dicho lo anterior, se establece el régimen de lluvias en el sitio y los datos promedios de precipitación anual y mensual.

### 6.1 Definición del régimen de lluvias y datos promedios

A partir de los datos históricos evaluados en la Estación Meteorológica de Balboa Heights, se tiene que el promedio anual de precipitación para el área de estudio ronda los 153.3 mm, siendo el mes de octubre el que mayores niveles promedios alcanza, con 272.7 mm. Sin embargo, en el mes de mayo se tienen registrados los niveles máximos de lluvia, con un 462.4 mm. (Ver Figura 01).

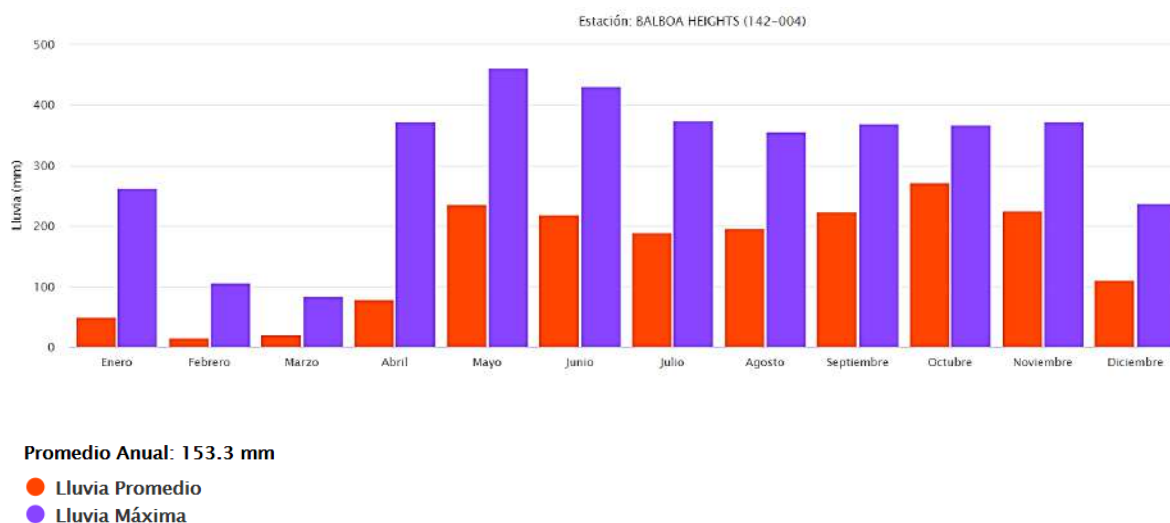
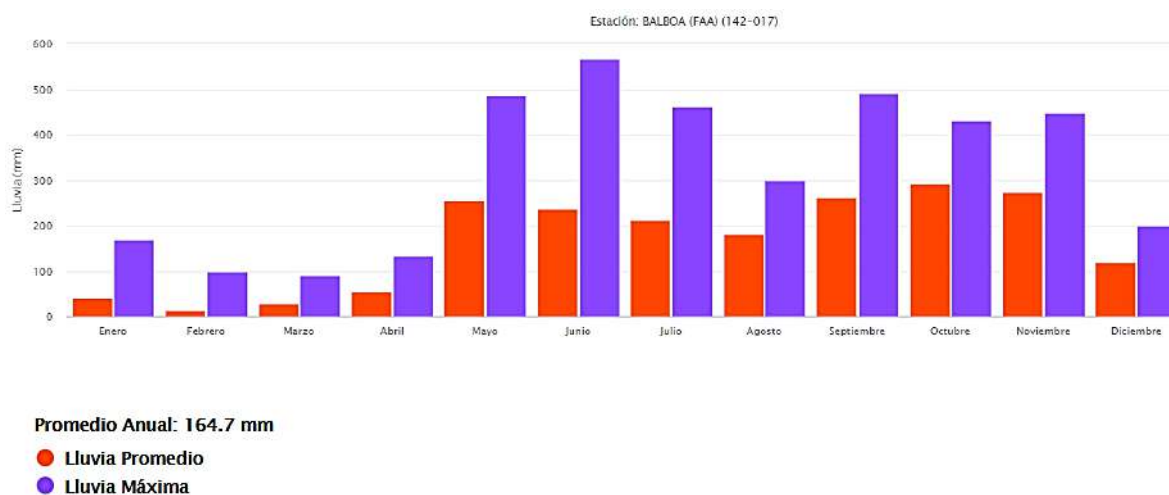


Figura 01. Niveles promedios y máximos de precipitación.  
Estación Meteorológica de Balboa Heights,  
Fuente: ETESA, 2021.

Por otro lado, a partir de los datos históricos evaluados en la Estación Meteorológica de Balboa Docks, se tiene que el promedio anual de precipitación para el área de estudio ronda los 164.7 mm, siendo el mes de octubre el que mayores niveles promedios alcanza, con 292.3 mm. Sin embargo, en el mes de junio se tienen registrados los niveles máximos de lluvia, con un 566.3 mm. (Ver Figura 01).



A partir de estos datos, se puede afirmar, que las precipitaciones anuales promedios en el área de estudio oscilan entre los 153.3 y 164.7 mm, y que el mes con mayor promedio de precipitación es octubre, y además, que entre mayo y junio se han producido los niveles de escorrentía máxima en el sitio.

Considerando esto, se puede entonces proceder a estimar los caudales promedios y máximos para los cursos de agua identificados.

## 7. DEFINICIÓN DE LOS CURSOS INTERCEPTADOS

Según el procesamiento de la información, el segmento evaluado de la línea de aducción del proyecto cuenta con un total de setenta y cinco (75) intersecciones con cursos de agua, en su mayoría intermitentes, pero con características distintas entre sí. Todos estos tienen drenaje final en la vertiente del Canal de Panamá.

Se ha verificado que, de este total de intersecciones, cinco (5) de estas no son afectadas directamente por la línea de aducción, ya que por diseño, el alineamiento no interviene directamente el cauce de dichos cursos. Por tanto, se han enumerado desde la intersección 1 a la 70, las que en efecto su curso se verá afectado por el proyecto, y a las que se les solicitará permiso de obra en cauce. Sobre cada una de estas setenta (70) intersecciones se ha ejecutado una comprobación hidráulica, la cual tiene como objetivo recomendar la posible solución para cada caso, de acuerdo al caudal de agua máximo que se genera para cada una según las estimaciones hidrológicas efectuadas en el estudio.

Es importante además destacar que estas afectaciones se han identificado y ajustado por medio de las visitas a campo realizadas en conjunto con el personal del contratista, el cual ha indicado al equipo consultor cuales cursos sufrirán impacto tras la instalación de la línea de aducción.

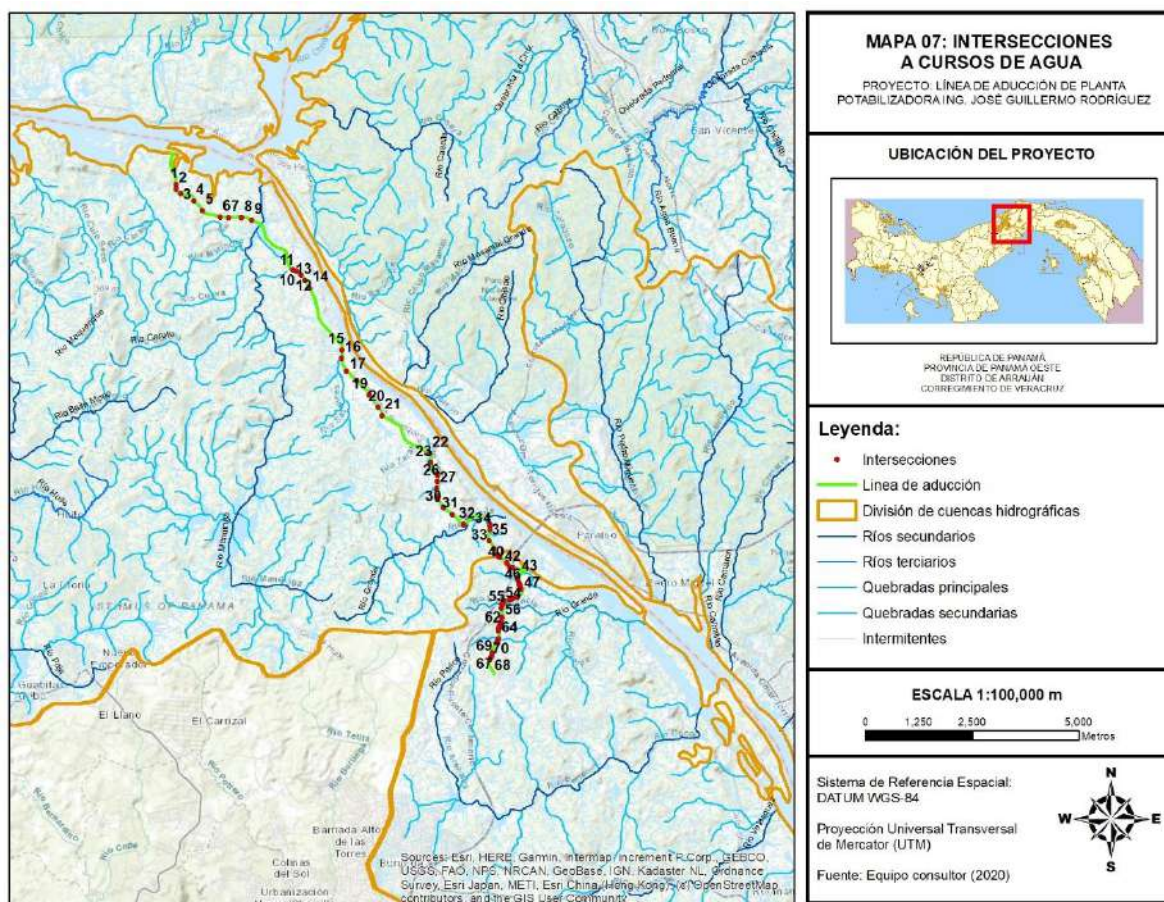
Por otro lado, se han identificado con letras de la A a la E al resto de las cinco que conforman las setenta y cinco, correspondientes a aquellas que no serán afectadas por el proyecto ya que no se intervendrá el curso de agua actual, y que por tanto no requieren de la solicitud de dicho permiso. Esto, con la excepción de la intersección B (correspondiente a un pequeño lago artificial ubicado en el área de la ACP), sobre la cual aún se evalúa el trayecto de la línea en esta zona, y por tanto no se cuenta con el detalle de la afectación (si en efecto se dará) así como de su posible solución en términos de ingeniería.



Cabe destacar que, a pesar de lo anteriormente mencionado, se han realizado los cálculos de estimación de caudal para todas las intersecciones encontradas (es decir, tanto para cursos afectados como no afectados), y que los detalles de estas intersecciones donde no existe afectación ni se solicitará permiso de obra en cauce se incluyen en la sección de anexos de este reporte.

La nomenclatura establecida se ha realizado ordenando dichas intersecciones desde el norte (en la zona de captación) hacia el sur (en el área de la PTAP). (Ver Mapa 07).

Mapa 07. Intersecciones a cursos de agua.



Fuente: Equipo consultor, 2021.

Cabe destacar que la línea de aducción se divide en cuatro (4) sub-tramos que conforman todo su recorrido (sub-tramos I, II, III y IV). La tabla de coordenadas de cada intersección detallada a continuación, presenta a qué sub-tramo pertenece cada cruce, la clasificación del curso de agua intersectado, su nombre según

información secundaria, el tipo de cruce (ya sea transversal o longitudinal), y su ubicación en el alineamiento de la aducción (PK). (Ver Tabla 01).

Tabla 01. Coordenadas de intersecciones en cursos de agua afectados.  
Sistema UTM, Datum WGS84, Zona 17N.

Sub-Tramo	Inters.	Tipo de cruce	PK	Curso	Nombre del curso	Coordenada Este	Coordenada Norte
SUB-TRAMO 1	1	Transversal	0+597	Intermitente	Sin nombre	641657.83	1006803.49
	2	Transversal	0+692	Intermitente	Sin nombre	641659.18	1006699.94
	3	Transversal	0+850	Intermitente	Sin nombre	641770.06	1006591.16
	4	Transversal	1+274	Intermitente	Sin nombre	642075.58	1006424.00
	5	Transversal	1+610	Intermitente	Sin nombre	642286.39	1006183.71
	6	Transversal	2+087	Intermitente	Sin nombre	642704.69	1006040.80
	7	Transversal	2+278	Intermitente	Sin nombre	642893.86	1006023.39
	8	Transversal	2+584	Intermitente	Sin nombre	643198.05	1006026.80
	9	Transversal	2+836	Intermitente	Sin nombre	643440.27	1005959.87
SUB-TRAMO 3	10	Transversal	0+050	Intermitente	Sin nombre	644408.58	1004799.34
	11	Transversal	0+142	Intermitente	Sin nombre	644492.21	1004761.75
	12	Transversal	0+279	Intermitente	Sin nombre	644596.30	1004674.56
	13	Transversal	0+430	Intermitente	Sin nombre	644681.14	1004549.30
	14	Transversal	0+639	Intermitente	Sin nombre	644792.49	1004372.99
	15	Longitudinal	2+260 a 2+440	Quebrada	Sajalices	645564.72	1003023.59
	16	Transversal	2+544	Quebrada	Sajalices	645553.81	1002718.81
	17	Transversal	2+879	Intermitente	Sin nombre	645668.96	1002414.18
	18	Transversal	3+208	Intermitente	Sin nombre	645910.19	1002194.80
	19	Transversal	3+662	Intermitente	Sin nombre	646211.28	1001855.81
	20	Transversal	4+010	Intermitente	Sin nombre	646406.58	1001571.24
	21	Transversal	4+230	Intermitente	Sin nombre	646500.82	1001380.15
	22	Transversal	5+780	Quebrada	Sin nombre	647618.04	1000481.77
	23	Transversal	6+000	Intermitente	Sin nombre	647648.35	1000267.53
	24	Transversal	6+325	Intermitente	Sin nombre	647807.16	1000014.64
	25	Transversal	6+378	Intermitente	Sin nombre	647804.79	999962.54
	26	Transversal	6+511	Quebrada	Sin nombre	647798.73	999829.18
	27	Transversal	6+675	Quebrada	Sin nombre	647789.87	999665.82
	28	Transversal	6+854	Intermitente	Sin nombre	647786.21	999487.89
	29	Transversal	6+946	Intermitente	Sin nombre	647810.52	999399.19
	30	Transversal	7+176	Intermitente	Sin nombre	647948.19	999215.84
	31	Longitudinal	7+350 a 7+550	Intermitente	Sin nombre	648076.17	999112.01
	32	Transversal	7+806	Intermitente	Sin nombre	648417.08	998810.48
	33	Transversal	8+617	Intermitente	Sin nombre	649042.93	998803.58
	34	Transversal	8+732	Intermitente	Sin nombre	649038.82	998690.57
	35	Transversal	9+013	Intermitente	Sin nombre	649014.74	998430.59

Sub-Tramo	Inters.	Tipo de cruce	PK	Curso	Nombre del curso	Coordenada Este	Coordenada Norte
	36	Transversal	9+224	Intermitente	Sin nombre	649125.92	998253.85
	37	Transversal	9+391	Intermitente	Sin nombre	649202.72	998106.36
	38	Transversal	9+445	Intermitente	Sin nombre	649238.72	998066.53
	39	Transversal	9+481	Intermitente	Sin nombre	649271.93	998037.70
	40	Transversal	9+700	Intermitente	Sin nombre	649438.83	997909.16
	41	Transversal	9+810	Intermitente	Sin nombre	649504.69	997822.53
	42	Transversal	9+877	Intermitente	Sin nombre	649569.30	997804.27
	43	Transversal	10+264	Quebrada	Sin nombre	649706.90	997573.77
	44	Transversal	10+344	Intermitente	Sin nombre	649707.77	997495.09
	45	Transversal	10+430	Intermitente	Sin nombre	649734.22	997413.39
	46	Transversal	10+465	Intermitente	Sin nombre	649744.94	997380.26
	47	Transversal	10+550	Intermitente	Sin nombre	649770.87	997300.16
	48	Transversal	10+766	Intermitente	Sin nombre	649696.81	997122.00
	49	Transversal	10+787	Intermitente	Sin nombre	649678.05	997111.52
SUB-TRAMO 4	50	Transversal	0+019	Intermitente	Sin nombre	649571.13	997063.36
	51	Transversal	0+050	Intermitente	Sin nombre	649542.86	997054.20
	52	Transversal	0+100	Intermitente	Sin nombre	649493.50	997038.22
	53	Transversal	0+225	Intermitente	Sin nombre	649375.61	997000.05
	54	Transversal	0+305	Lago - Río	La Estancia	649326.71	996942.15
	55	Transversal	0+404	Intermitente	Sin nombre	649313.03	996847.32
	56	Transversal	0+625	Intermitente	Sin nombre	649321.92	996627.22
	57	Transversal	0+730	Intermitente	Sin nombre	649300.97	996519.65
	58	Transversal	0+790	Intermitente	Sin nombre	649279.50	996458.14
	59	Transversal	0+830	Intermitente	Sin nombre	649269.06	996429.13
	60	Transversal	0+860	Intermitente	Sin nombre	649260.17	996404.48
	61	Transversal	0+880	Intermitente	Sin nombre	649252.70	996383.73
	62	Transversal	0+900	Quebrada	Sin nombre	649246.42	996366.30
	63	Transversal	0+955	Intermitente	Sin nombre	649245.75	996308.80
	64	Transversal	1+135	Quebrada	Conga / Cocolí	649246.89	996134.89
	65	Transversal	1+206	Intermitente	Sin nombre	649214.48	996067.20
	66	Transversal	1+241	Intermitente	Sin nombre	649192.19	996040.47
	67	Transversal	1+500	Intermitente	Sin nombre	649094.39	995803.10
	68	Transversal	1+567	Intermitente	Sin nombre	649080.19	995738.61
	69	Transversal	1+619	Intermitente	Sin nombre	649062.11	995690.38
	70	Transversal	1+677	Intermitente	Sin nombre	649034.71	995638.96

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el Sub-tramo 1 cuenta con las intersecciones 1 al 9, el Sub-tramo 3 con las intersecciones 10 a 49, y el Sub-tramo 4

con las intersecciones 50 a 70. Por su parte, el Sub-tramo 2 no cuenta con intersecciones a cursos de agua.

Por otra parte, se presentan las intersecciones A, B, C, D y E, las cuales no tienen afectación directa por el proyecto, ya que no se altera el cauce del curso de agua correspondiente. (Ver Tabla 02).

Tabla 02. Coordenadas de intersecciones en cursos de agua no afectados.  
Sistema UTM, Datum WGS84, Zona 17N.

Sub-Tramo	Inters.	Tipo de cruce	PK	Curso	Nombre del curso	Coordenada Este	Coordenada Norte
<b>SUB-TRAMO 1</b>	A	Transversal	3+084	Río Secundario	Mandinga	643659.26	1005884.53
<b>SUB-TRAMO 3</b>	B	Transversal	1+220	Lago	Sin nombre	644986.92	1003826.52
	C	Transversal	4+073	Río Secundario	Camacho	646457.62	1001518.66
	D	Transversal	8+040	Río secundario	Rio Grande	648592.21	998953.87
	E	Transversal	8+390	Río secundario	Rio Grande	648913.08	998976.15

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Una vez presentado el total de intersecciones, se detallan a continuación las características geométricas y físicas de cada uno de ellos (longitud del cauce, altitud inicial y final, pendiente y área de drenaje). A partir de estos datos se procede entonces a estimar sus caudales promedios y máximos. (Ver Tabla 03).



Tabla 03. Características geométricas y físicas de los cursos de agua interceptados (afectados y no afectados).

SubTramo	Inters.	Longitud del cauce (m)	Altitud inicial (msnm)	Altitud final (msnm)	Diferencia altitudinal (H) (m)	Pendiente (S)	Pendiente (S) (%)	Área de drenaje (A) (m2)	Área de drenaje (A) (Ha)
SUB-TRAMO 1	1	288.32	100.00	70.00	30.00	0.104	10.41%	37931.53	<b>3.79</b>
	2	1435.65	117.00	70.00	47.00	0.033	3.27%	635367.56	<b>63.54</b>
	3	157.62	94.00	75.00	19.00	0.121	12.05%	4097.38	<b>0.41</b>
	4	201.69	100.00	75.00	25.00	0.124	12.40%	5310.63	<b>0.53</b>
	5	292.20	110.00	82.00	28.00	0.096	9.58%	66609.56	<b>6.66</b>
	6	472.25	95.00	70.00	25.00	0.053	5.29%	53310.77	<b>5.33</b>
	7	131.55	97.00	90.00	7.00	0.053	5.32%	5236.63	<b>0.52</b>
	8	241.86	103.00	75.00	28.00	0.116	11.58%	9045.53	<b>0.90</b>
	9	292.99	90.00	50.00	40.00	0.137	13.65%	30673.40	<b>3.07</b>
	A (*)	14025.68	215.00	45.00	170.00	0.012	1.21%	38905212.55	<b>3890.52</b>
SUB-TRAMO 3	10	194.97	87.00	77.00	10.00	0.051	5.13%	40188.53	<b>4.02</b>
	11	297.03	86.00	70.00	16.00	0.054	5.39%	581505.40	<b>58.15</b>
	12	150.75	82.00	75.00	7.00	0.046	4.64%	7098.37	<b>0.71</b>
	13	244.77	90.00	67.00	23.00	0.094	9.40%	11033.21	<b>1.10</b>
	14	380.14	96.00	73.00	23.00	0.061	6.05%	147700.47	<b>14.77</b>
	B (*)	155.46	98.00	95.00	3.00	0.019	1.93%	43496.67	<b>4.35</b>
	15	2952.50	155.00	73.50	81.50	0.028	2.76%	2394666.27	<b>239.47</b>
	16	227.21	80.00	72.00	8.00	0.035	3.52%	29981.27	<b>3.00</b>
	17	233.55	77.00	72.00	5.00	0.021	2.14%	12101.44	<b>1.21</b>
	18	280.90	91.00	73.00	18.00	0.064	6.41%	46540.40	<b>4.65</b>
	19	253.59	92.00	73.00	19.00	0.075	7.49%	34171.25	<b>3.42</b>
	20	613.31	94.00	72.00	22.00	0.036	3.59%	76651.28	<b>7.67</b>
	C (*)	4420.11	225.00	78.00	147.00	0.033	3.33%	5345134.53	<b>534.51</b>
	21	193.60	87.00	80.00	7.00	0.036	3.62%	18537.72	<b>1.85</b>
	22	2624.05	230.00	87.00	143.00	0.947	94.70%	863782.33	<b>86.38</b>

SubTramo	Inters.	Longitud del cauce (m)	Altitud inicial (msnm)	Altitud final (msnm)	Diferencia altitudinal (H) (m)	Pendiente (S)	Pendiente (S) (%)	Área de drenaje (A) (m2)	Área de drenaje (A) (Ha)
	23	409.51	106.00	88.00	18.00	0.044	4.40%	76685.57	<b>7.67</b>
	24	226.76	119.00	94.00	25.00	0.110	11.02%	25738.94	<b>2.57</b>
	25	745.70	174.00	95.00	79.00	0.106	10.59%	222948.27	<b>22.29</b>
	26	416.85	130.00	95.00	35.00	0.084	8.40%	44593.23	<b>4.46</b>
	27	569.74	151.00	103.00	48.00	0.084	8.42%	54219.17	<b>5.42</b>
	28	427.28	148.00	101.00	47.00	0.110	11.00%	37042.87	<b>3.70</b>
	29	1185.78	281.00	104.00	177.00	0.149	14.93%	155042.60	<b>15.50</b>
	30	250.41	151.00	101.00	50.00	0.200	19.97%	58648.83	<b>5.86</b>
	31	307.10	173.00	107.00	66.00	0.215	21.49%	19145.11	<b>1.91</b>
	32	256.06	137.00	95.00	42.00	0.164	16.40%	11464.64	<b>1.15</b>
	D (*)	4961.33	195.00	100.00	95.00	0.019	1.91%	3361694.95	<b>336.17</b>
	E (*)	5800.51	195.00	80.00	115.00	0.020	1.98%	4510932.71	<b>451.09</b>
	33	57.83	119.00	106.00	13.00	0.225	22.48%	2158.36	<b>0.22</b>
	34	68.32	133.00	121.00	12.00	0.176	17.57%	3374.58	<b>0.34</b>
	35	151.26	152.00	122.00	30.00	0.198	19.83%	151.26	<b>0.02</b>
	36	133.58	137.00	127.00	10.00	0.075	7.49%	2505.30	<b>0.25</b>
	37	126.99	144.00	134.00	10.00	0.079	7.87%	8352.80	<b>0.84</b>
	38	109.91	150.00	133.00	17.00	0.155	15.47%	1719.97	<b>0.17</b>
	39	246.36	175.00	134.00	41.00	0.166	16.64%	5569.23	<b>0.56</b>
	40	285.75	160.00	127.00	33.00	0.115	11.55%	11203.98	<b>1.12</b>
	41	167.05	140.00	119.00	21.00	0.126	12.57%	4925.33	<b>0.49</b>
	42	195.41	137.00	107.00	30.00	0.154	15.35%	6132.39	<b>0.61</b>
	43	3040.68	160.00	40.00	120.00	0.039	3.95%	1251910.52	<b>125.19</b>
	44	97.91	120.00	98.00	22.00	0.225	22.47%	937.50	<b>0.09</b>
	45	82.93	133.00	113.00	20.00	0.241	24.12%	2272.15	<b>0.23</b>
	46	98.77	136.00	113.00	23.00	0.233	23.29%	3592.08	<b>0.36</b>
	47	98.32	148.00	125.00	23.00	0.234	23.39%	1531.04	<b>0.15</b>

SubTramo	Inters.	Longitud del cauce (m)	Altitud inicial (msnm)	Altitud final (msnm)	Diferencia altitudinal (H) (m)	Pendiente (S)	Pendiente (S) (%)	Área de drenaje (A) (m2)	Área de drenaje (A) (Ha)
	48	127.69	147.00	118.00	29.00	0.227	22.71%	2844.72	<b>0.28</b>
	49	90.90	152.00	124.00	28.00	0.308	30.80%	1482.61	<b>0.15</b>
<b>SUB-TRAMO 4</b>	50	117.18	140.00	108.00	32.00	0.273	27.31%	5312.50	<b>0.53</b>
	51	124.22	137.00	107.00	30.00	0.242	24.15%	5797.57	<b>0.58</b>
	52	157.07	137.00	107.00	30.00	0.191	19.10%	6452.72	<b>0.65</b>
	53	221.32	134.00	106.00	28.00	0.127	12.65%	10095.29	<b>1.01</b>
	54	983.30	210.00	105.00	105.00	0.107	10.68%	789656.83	<b>78.97</b>
	55	88.83	117.00	106.00	11.00	0.124	12.38%	2004.39	<b>0.20</b>
	56	137.50	139.00	109.00	30.00	0.218	21.82%	5128.17	<b>0.51</b>
	57	196.67	157.00	110.00	47.00	0.239	23.90%	4374.89	<b>0.44</b>
	58	175.26	149.00	101.00	48.00	0.274	27.39%	2800.07	<b>0.28</b>
	59	114.70	138.00	101.00	37.00	0.323	32.26%	1683.86	<b>0.17</b>
	60	93.46	128.00	100.00	28.00	0.300	29.96%	2067.62	<b>0.21</b>
	61	150.47	132.00	102.00	30.00	0.199	19.94%	2626.69	<b>0.26</b>
	62	1140.06	155.00	69.00	86.00	0.075	7.54%	422389.93	<b>42.24</b>
	63	278.14	127.00	95.00	32.00	0.115	11.50%	10613.14	<b>1.06</b>
	64	1307.51	175.00	80.00	95.00	0.073	7.27%	996970.11	<b>99.70</b>
	65	171.98	121.00	98.00	23.00	0.134	13.37%	3505.44	<b>0.35</b>
	66	165.18	125.00	98.00	27.00	0.163	16.35%	2291.40	<b>0.23</b>
	67	278.20	199.00	121.00	78.00	0.280	28.04%	6853.73	<b>0.69</b>
	68	200.87	197.00	142.00	55.00	0.274	27.38%	8049.56	<b>0.80</b>
	69	166.46	202.00	151.00	51.00	0.306	30.64%	2500.00	<b>0.25</b>
	70	198.61	221.00	171.00	50.00	0.252	25.18%	2699.54	<b>0.27</b>
*	Intersecciones de cursos de agua no afectados.								
	Áreas de drenaje mayor a 250 Ha. Se empleará metodología de Regiones Hidrológicamente Homogéneas para la estimación del caudal generado en dichos puntos.								

Fuente: Equipo consultor, 2021.

En la sección de anexos se ha incluido el Anexo 03: Áreas de Drenaje, mapa en escala 1:50,000.

A partir de los datos presentados previamente, se puede evidenciar que cuatro de las áreas de drenaje (intersecciones A, C, D y E) exceden las 250 hectáreas que, según el Manual de Requisitos y Normas Generales Actualizadas para Revisión de Planos del MOP (2003), se estipulan como área máxima para empleo de la fórmula del método racional para determinación de los caudales promedios y máximos.

Estas intersecciones son las correspondientes al río Mandinga (intersección A), río Camacho (intersección C), y río Grande (intersecciones D y E). Todas estas corresponden a cruces transversales que hace la línea de aducción pero, como se ha indicado anteriormente, en ninguna de estas se da una afectación directa por el proyecto.

En el caso de las intersecciones A y C, el contratista tiene estipulado la instalación de estructuras de puentes elevados sobre el paso de estos cursos para el soporte de la tubería de aducción, por lo que no se intervendrá el cauce en estos casos.

Mientras que para las para las intersecciones D y E, la tubería de aducción no afecta los cabezales actualmente contruidos en dichos puntos sobre el río Grande, debido a que los mismos se encuentran por debajo del nivel del terreno por donde se plantea proyectar la línea.

Sin embargo, como ya ha sido mencionado, se estimará el caudal de dicho curso de agua en todas las intersecciones, de modo que se tenga una referencia en relación a los niveles de inundación a pesar de no existir afectación directa en dichos puntos.

Por lo tanto, para estas áreas mayores a 250 hectáreas se utilizará la metodología expuesta en el documento "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá", elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A., ETESA, con fecha de septiembre de 2008.

Para el resto de las áreas, que no exceden las 250 hectáreas, se empleará el método racional, el cual permite estimar la esorrentía de la cuenca hidrográfica mediante la expresión 1:

$$Q = CIA / 360 \text{ (1)}$$

Donde:

Q= caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C= coeficiente de escorrentía, el cual varía según las características del terreno, forma de la cuenca y previsión de desarrollos futuros.

I= intensidad de lluvia en mm/hora.

A= área de drenaje la micro-cuenca en hectáreas.

El coeficiente de escorrentía (C), por su parte, varía de acuerdo a las características del terreno, forma de la cuenca y por la previsión de los probables desarrollos futuros. Para lo cual, el MOP establece valores únicamente para áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento, áreas urbanas deforestadas, y áreas completamente pavimentadas.

En este caso, y como ha sido presentado en el análisis del área de estudio, la línea atraviesa en su mayoría un área de bosque maduro no intervenido, por tanto, se ha empleado un coeficiente de escorrentía de 0.22, el cual según Aparicio (1999), correspondiente al valor máximo para suelos arcillosos no intervenidos, con pendientes intermedias (entre 2% y 7%). Cabe destacar que los suelos del área de estudio corresponden a suelos de tipo franco-arcillosos<sup>1</sup>. (Ver Tabla 04).

---

<sup>1</sup> Mapas de fertilidad como herramienta para zonificación de suelos en Panamá, IDIAP, 2018.

Tabla 04. Coeficientes de escorrentía según tipo de superficie.

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Fuente: Aparicio, 1999.

Por otro lado, las intensidades de lluvia que deben adoptarse para la Ciudad de Panamá y que vienen siendo utilizadas por el MOP en sus diseños, se encuentran en las fórmulas contenidas en el Estudio de Drenaje de la Ciudad de Panamá, elaborado en el año de 1972.

Estas fórmulas fueron obtenidas de datos estadísticos sobre precipitaciones pluviales en un periodo de 57 años, dichos datos fueron obtenidos en las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks, adyacentes a la Ciudad de Panamá y en la Estación Pluviométrica de la Universidad de Panamá.

De la recopilación de datos de precipitación pluvial en los lugares antes mencionados, se obtuvieron curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 30 y 50 años. (Ver Figura 03).



En este caso, se considera el período de retorno de 2 años para los caudales promedios, y el de 50 años para los caudales máximos, requerido para establecer los parámetros de diseño de las obras en cauce a construir.

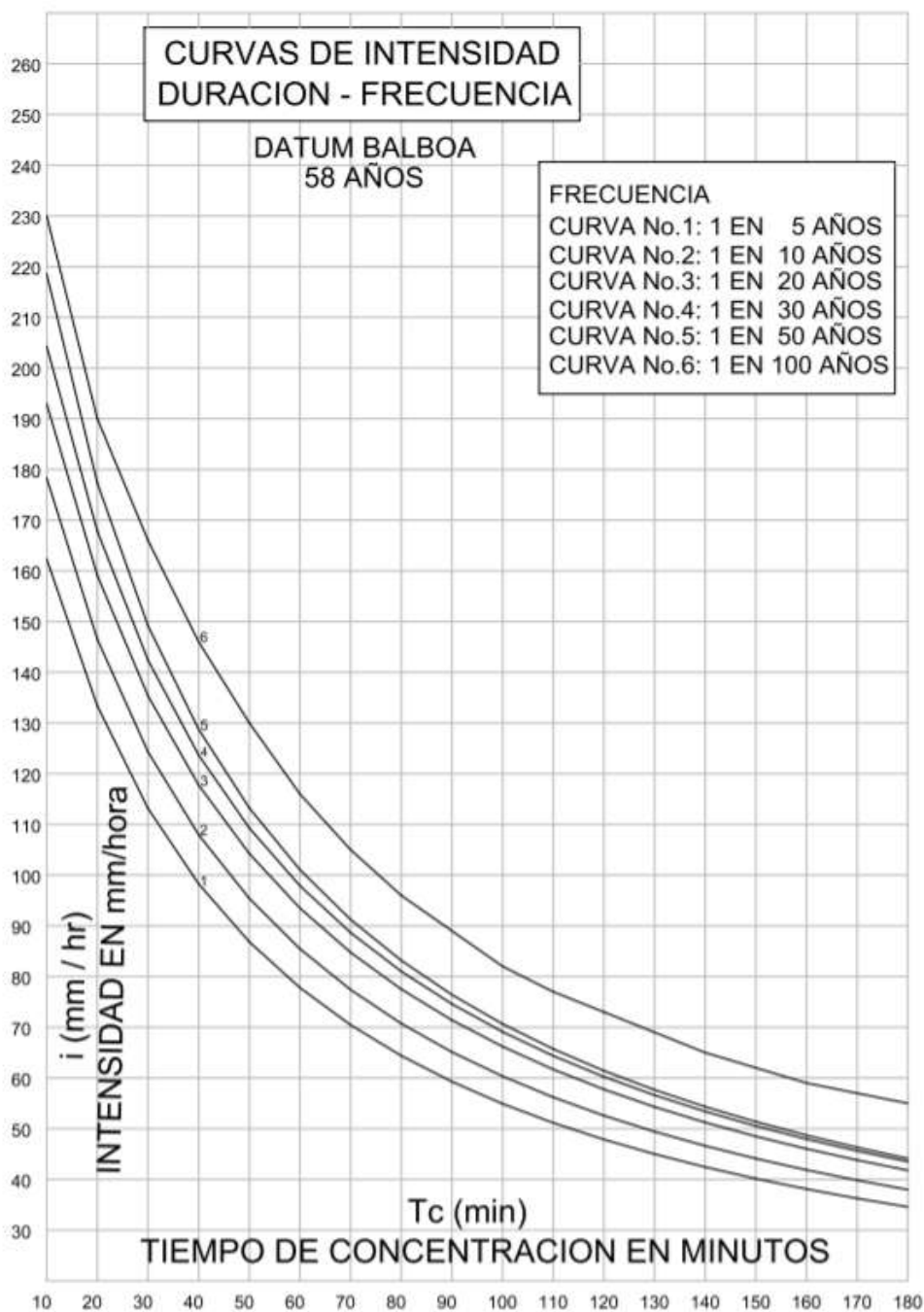


Figura 03. Curvas de Intensidad- Duración-Frecuencia (IDF).  
Fuente: MOP, 2003.

Las fórmulas para el cálculo de la intensidad de lluvia se presentan a continuación:

$$i = 227 / 29 + TC, \text{ para un período de retorno de 2 años (promedio)}$$

$$i = 370 / 33 + TC, \text{ para un período de retorno de 50 años (máximo)}$$

Donde:

$i$  = Intensidad de lluvia en pulg./hora.

$TC$  = Tiempo de concentración en minutos.

A partir de esto, se estimaron los caudales promedios y máximos a partir de los datos presentados previamente, obtenidos de las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks.

Para el caso de las cuatro (4) intersecciones sobre cursos de agua con áreas de drenaje mayores a 250 hectáreas se ha empleado la metodología expuesta por ETESA. Estas son, específicamente, la intersección A que se ubica sobre el río Mandinga, la intersección C que se ubica sobre el río Camacho y las intersecciones D y E que se ubican sobre el río Grande.

En este sentido, la metodología expuesta en el estudio "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá" plantea que:

- Se delimite y se mida el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés, en Km<sup>2</sup>.
- Se determine a qué zona pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas.
- Se calcule el caudal promedio máximo utilizando una de las 5 ecuaciones
- Se calcule el caudal máximo instantáneo para distintos periodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo en el punto anterior, por los factores que se presentan en el cuadro de factores para diferentes periodos de retorno en años, dependiendo de la zona del sitio de interés.

Por tanto, se han estimado en primer lugar las áreas de drenaje de estos ríos en estas cuatro intersecciones, y son las siguientes (ver Tabla 05):

Tabla 05. Áreas de drenaje mayores a 250 Ha (intersecciones A, C, D y E)

Intersección	Área de drenaje (A) (m2)	Área de drenaje (A) (Km2)
A (*)	3,890.52	38.91
C (*)	534.51	5.35
D (*)	336.17	3.36
E (*)	451.09	4.51

\* Intersecciones sobre cursos de agua no afectados por el proyecto.

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Seguidamente, se ha determinado que el área de estudio pertenece a la Zona 7, identificada así en el mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas (ver Figura 04).

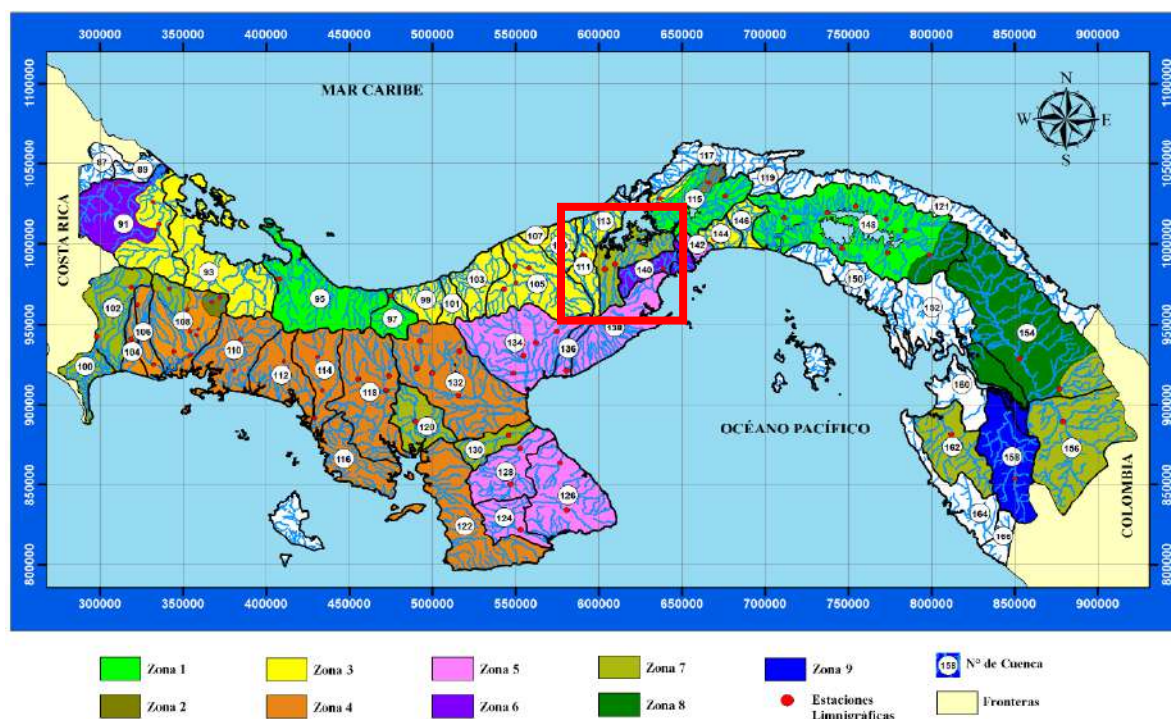


Figura 04. Mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas. Zona 7.  
Fuente: ETESA, 2008.

Por consiguiente, se toman en consideración las cinco (5) ecuaciones construidas para la estimación del caudal promedio máximo, que por probabilidad, relacionan la crecida media anual y el área de drenaje de los ríos presentes, partiendo de una evaluación histórica de crecidas desde el año 1971 al 2006. (Ver Tabla 06).

Tabla 06. Ecuaciones para estimación de caudales promedios máximos.

Análisis Regional de Crecidas Máximas.	Año 2008
Ecuación 1	$Q_{\text{máx.}} = 34A^{0.59}$
Ecuación 2	$Q_{\text{máx.}} = 25A^{0.59}$
Ecuación 3	$Q_{\text{máx.}} = 14A^{0.59}$
Ecuación 4	$Q_{\text{máx.}} = 9A^{0.59}$
Ecuación 5	$Q_{\text{máx.}} = 4.5A^{0.59}$

Fuente: ETESA, 2008.

Seguidamente, se ha verificado que, para la Zona 7 se emplea la ecuación 4 para estimar el caudal promedio máximo, y la tabla #3 sobre la distribución frecuencia, para verificar el factor múltiple del caudal según el periodo de retorno en años a utilizar, en este caso 50 años. (Ver Tabla 07 y Figura 05).

Tabla 07. Ecuación a aplicar según región homogénea.

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{\text{máx}} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{\text{máx}} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

Fuente: ETESA, 2008.



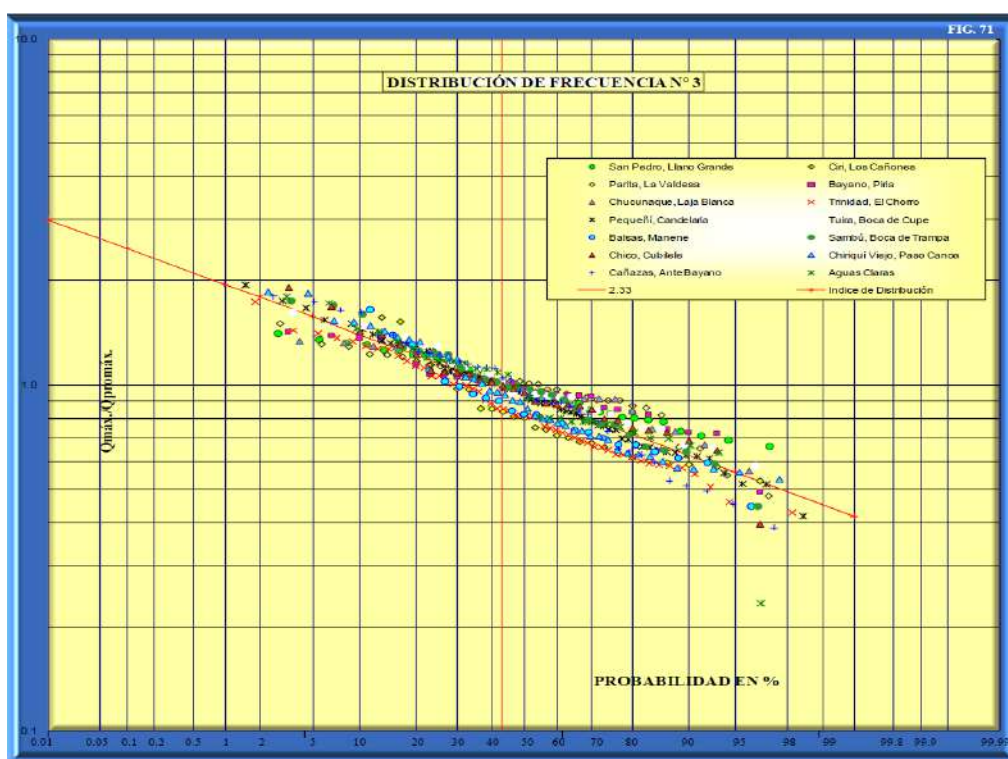


Figura 05. Tabla de distribución de frecuencia #3.  
Fuente: ETESA, 2008.

Finalmente, para la determinación del caudal máximo en un período de retorno de 50 años, se verifica el factor múltiple al caudal promedio máximo en el cuadro siguiente, encontrando que para este caso, es de 2.24 (ver Tabla 08):

Tabla 08. Factores para diferentes periodos de retorno en años.

Factores $Q_{m\acute{a}x}/Q_{prom.m\acute{a}x}$ para distintos $Tr$ .				
$Tr$ , años	Tabla # 1	Tabla # 2	Tabla # 3	Tabla # 4
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.6	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00

Fuente: Equipo consultor, 2021.

## 7.1 Caudales Promedios (m3/s)

Para las áreas de drenaje inferiores a 250 hectáreas, se ha considerado un período de retorno de 2 años para la estimación de los caudales promedios en cada uno de los cursos de agua interceptados. (Ver Tabla 09).

Tabla 09. Caudales promedios (período de retorno de 2 años).  
Áreas de drenaje inferiores a 250 hectáreas.

Intersección	Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía ( C )	Tiempo de Concentración (Tc) (min)	Intensidad (i) para 2 años (mm/hr)	Caudal promedio (2 años) (Q) (m3/s)
1	3.79	0.22	3.745	176.08	0.41
2	63.54	0.22	20.122	117.38	4.56
3	0.41	0.22	2.223	184.67	0.05
4	0.53	0.22	2.659	182.12	0.06
5	6.66	0.22	3.906	175.22	0.71
6	5.33	0.22	7.104	159.70	0.52
7	0.52	0.22	2.650	182.18	0.06
8	0.90	0.22	3.140	179.40	0.10
9	3.07	0.22	3.415	177.87	0.33
10	4.02	0.22	3.639	176.66	0.43
11	58.15	0.22	4.938	169.89	6.04
12	0.71	0.22	3.101	179.61	0.08
13	1.10	0.22	3.434	177.77	0.12
14	14.77	0.22	5.710	166.12	1.50
B (*)	4.35	0.22	4.453	172.36	0.46
15	239.47	0.22	37.437	86.79	12.70
16	3.00	0.22	4.732	170.93	0.31
17	1.21	0.22	5.853	165.43	0.12
18	4.65	0.22	4.424	172.50	0.49
19	3.42	0.22	3.850	175.52	0.37
20	7.67	0.22	10.092	147.49	0.69
21	1.85	0.22	4.140	173.98	0.20
22	86.38	0.22	26.311	104.24	5.50
23	7.67	0.22	6.838	160.89	0.75
24	2.57	0.22	3.044	179.93	0.28
25	22.29	0.22	7.731	156.97	2.14
26	4.46	0.22	5.403	167.60	0.46
27	5.42	0.22	6.864	160.77	0.53
28	3.70	0.22	4.963	169.77	0.38

Intersección	Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía ( C )	Tiempo de Concentración (Tc) (min)	Intensidad (i) para 2 años (mm/hr)	Caudal promedio (2 años) (Q) (m3/s)
29	15.50	0.22	9.684	149.05	1.41
30	5.86	0.22	2.614	182.38	0.65
31	1.91	0.22	2.974	180.33	0.21
32	1.15	0.22	2.869	180.92	0.13
33	0.22	0.22	0.808	193.43	0.03
34	0.34	0.22	1.010	192.13	0.04
35	0.02	0.22	1.778	187.34	0.00
36	0.25	0.22	2.351	183.91	0.03
37	0.84	0.22	2.218	184.70	0.09
38	0.17	0.22	1.530	188.86	0.02
39	0.56	0.22	2.769	181.49	0.06
40	1.12	0.22	3.573	177.01	0.12
41	0.49	0.22	2.288	184.28	0.06
42	0.61	0.22	2.390	183.68	0.07
43	125.19	0.22	33.372	92.44	7.07
44	0.09	0.22	1.212	190.84	0.01
45	0.23	0.22	1.038	191.95	0.03
46	0.36	0.22	1.204	190.90	0.04
47	0.15	0.22	1.197	190.94	0.02
48	0.28	0.22	1.481	189.16	0.03
49	0.15	0.22	1.014	192.10	0.02
50	0.53	0.22	1.291	190.34	0.06
51	0.58	0.22	1.416	189.56	0.07
52	0.65	0.22	1.857	186.86	0.07
53	1.01	0.22	2.834	181.12	0.11
54	78.97	0.22	9.537	149.62	7.22
55	0.20	0.22	1.415	189.57	0.02
56	0.51	0.22	1.592	188.47	0.06
57	0.44	0.22	2.025	185.84	0.05
58	0.28	0.22	1.759	187.45	0.03
59	0.17	0.22	1.191	190.97	0.02
60	0.21	0.22	1.047	191.89	0.02
61	0.26	0.22	1.767	187.40	0.03
62	42.24	0.22	12.218	139.89	3.61
63	1.06	0.22	3.505	177.38	0.12
64	99.70	0.22	13.775	134.79	8.21
65	0.35	0.22	2.284	184.30	0.04

Intersección	Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía ( C )	Tiempo de Concentración (Tc) (min)	Intensidad (i) para 2 años (mm/hr)	Caudal promedio (2 años) (Q) (m3/s)
66	0.23	0.22	2.050	185.70	0.03
67	0.69	0.22	2.488	183.11	0.08
68	0.80	0.22	1.954	186.27	0.09
69	0.25	0.22	1.619	188.31	0.03
70	0.27	0.22	2.000	185.99	0.03

*	Intersecciones sobre cursos de agua no afectados por el proyecto
---	--

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tal y como se aprecia en la tabla anterior, el curso de agua de la intersección 15 (quebrada Sajalices), es el que mayor caudal promedio maneja, con 12.70 m3/s; mientras que el correspondiente a la intersección 44 (cursos intermitente) es la que menor caudal promedio maneja, con 0.01 m3/s.

Para las áreas de drenaje superiores a 250 hectáreas, se han estimado los caudales promedios máximos según la metodología presentada anteriormente en cada uno de los cursos de agua interceptados. (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Caudales promedios máximos.  
Áreas de drenaje superiores a 250 hectáreas.

Intersección	Área de drenaje (A) (Km2)	Caudal promedio máximo ( $Q_{m\acute{a}x}=9A^{0.59}$ )
A (*)	38.91	31.70
C (*)	5.35	9.83
D (*)	3.36	7.48
E (*)	4.51	8.89

*	Intersecciones sobre cursos de agua no afectados por el proyecto.
---	---

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tal y como se aprecia en la tabla anterior, el curso de agua de la intersección A (río Mandinga), es el que mayor caudal promedio maneja, con 31.70 m3/s; mientras que el correspondiente a la intersección D (río Grande) es el que menor caudal promedio maneja, con 7.48 m3/s.



## 7.2 Caudales Máximos para 50 Años (m3/s)

Considerando un período de retorno de 50 años, se han estimado los caudales máximos para cada uno de los cursos de agua interceptados, con áreas de drenaje inferiores a 250 hectáreas. (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Caudales máximos (período de retorno de 50 años).  
Áreas de drenaje inferiores a 250 hectáreas.

Intersección	Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía ( C )	Tiempo de Concentración (Tc) (min)	Intensidad (i) para 50 años (mm/hr)	Caudal máximo (50 años) (Q) (m3/s)
1	3.79	0.22	3.745	255.76	0.59
2	63.54	0.22	20.122	176.91	6.87
3	0.41	0.22	2.223	266.81	0.07
4	0.53	0.22	2.659	263.55	0.09
5	6.66	0.22	3.906	254.65	1.04
6	5.33	0.22	7.104	234.34	0.76
7	0.52	0.22	2.650	263.62	0.08
8	0.90	0.22	3.140	260.05	0.14
9	3.07	0.22	3.415	258.08	0.48
10	4.02	0.22	3.639	256.51	0.63
11	58.15	0.22	4.938	247.72	8.80
12	0.71	0.22	3.101	260.32	0.11
13	1.10	0.22	3.434	257.95	0.17
14	14.77	0.22	5.710	242.78	2.19
B (*)	4.35	0.22	4.453	250.93	0.67
15	239.47	0.22	37.437	133.42	19.53
16	3.00	0.22	4.732	249.07	0.46
17	1.21	0.22	5.853	241.88	0.18
18	4.65	0.22	4.424	251.12	0.71
19	3.42	0.22	3.850	255.03	0.53
20	7.67	0.22	10.092	218.09	1.02
21	1.85	0.22	4.140	253.04	0.29
22	86.38	0.22	26.311	158.45	8.36
23	7.67	0.22	6.838	235.91	1.11
24	2.57	0.22	3.044	260.73	0.41
25	22.29	0.22	7.731	230.73	3.14
26	4.46	0.22	5.403	244.72	0.67
27	5.42	0.22	6.864	235.75	0.78
28	3.70	0.22	4.963	247.56	0.56

Intersección	Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía ( C )	Tiempo de Concentración (Tc) (min)	Intensidad (i) para 50 años (mm/hr)	Caudal máximo (50 años) (Q) (m3/s)
29	15.50	0.22	9.684	220.18	2.09
30	5.86	0.22	2.614	263.88	0.95
31	1.91	0.22	2.974	261.25	0.31
32	1.15	0.22	2.869	262.01	0.18
33	0.22	0.22	0.808	277.98	0.04
34	0.34	0.22	1.010	276.33	0.06
35	0.02	0.22	1.778	270.23	0.00
36	0.25	0.22	2.351	265.85	0.04
37	0.84	0.22	2.218	266.86	0.14
38	0.17	0.22	1.530	272.17	0.03
39	0.56	0.22	2.769	262.74	0.09
40	1.12	0.22	3.573	256.96	0.18
41	0.49	0.22	2.288	266.33	0.08
42	0.61	0.22	2.390	265.56	0.10
43	125.19	0.22	33.372	141.60	10.83
44	0.09	0.22	1.212	274.70	0.02
45	0.23	0.22	1.038	276.10	0.04
46	0.36	0.22	1.204	274.76	0.06
47	0.15	0.22	1.197	274.82	0.03
48	0.28	0.22	1.481	272.55	0.05
49	0.15	0.22	1.014	276.30	0.03
50	0.53	0.22	1.291	274.06	0.09
51	0.58	0.22	1.416	273.07	0.10
52	0.65	0.22	1.857	269.62	0.11
53	1.01	0.22	2.834	262.27	0.16
54	78.97	0.22	9.537	220.94	10.66
55	0.20	0.22	1.415	273.08	0.03
56	0.51	0.22	1.592	271.68	0.09
57	0.44	0.22	2.025	268.32	0.07
58	0.28	0.22	1.759	270.38	0.05
59	0.17	0.22	1.191	274.86	0.03
60	0.21	0.22	1.047	276.03	0.03
61	0.26	0.22	1.767	270.31	0.04
62	42.24	0.22	12.218	207.84	5.36
63	1.06	0.22	3.505	257.44	0.17
64	99.70	0.22	13.775	200.92	12.24
65	0.35	0.22	2.284	266.35	0.06

Intersección	Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía ( C )	Tiempo de Concentración (Tc) (min)	Intensidad (i) para 50 años (mm/hr)	Caudal máximo (50 años) (Q) (m3/s)
66	0.23	0.22	2.050	268.13	0.04
67	0.69	0.22	2.488	264.82	0.11
68	0.80	0.22	1.954	268.87	0.13
69	0.25	0.22	1.619	271.47	0.04
70	0.27	0.22	2.000	268.51	0.04
* Intersecciones sobre cursos de agua no afectados por el proyecto.					

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tal y como se aprecia en la tabla anterior, el curso de agua de la intersección 15 (quebrada Sajalices), es el que mayor caudal máximo maneja, con 19.53 m3/s; mientras que el correspondiente a la intersección 44 (cursos intermitente) es la que menor caudal promedio maneja, con 0.02 m3/s.

Para las áreas de drenaje superiores a 250 hectáreas, se han estimado los caudales promedios máximos según la metodología presentada anteriormente en cada uno de los cursos de agua interceptados. (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Caudales máximos (período de retorno de 50 años).  
Áreas de drenaje superiores a 250 hectáreas.

Intersección	Área de drenaje (A) (Km2)	Caudal promedio máximo ((Q <sub>máx</sub> =9A <sup>0.59</sup> )x2.24
A (*)	37.21	71.02
C (*)	7.63	22.02
D (*)	7.82	16.75
E (*)	8.34	19.92
* Intersecciones sobre cursos de agua no afectados por el proyecto.		

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tal y como se aprecia en la tabla anterior, el curso de agua de la intersección A (río Mandinga), es el que mayor caudal promedio maneja, con 71.02 m3/s; mientras que el correspondiente a la intersección D (río Grande) es el que menor caudal promedio maneja, con 16.75 m3/s.

### 7.3 Aforos esporádicos

En relación a la medición de aforos en el área, esta actividad no ha sido requerida, debido a que todos los cursos de agua cuentan con información hidrológica, a partir de los datos obtenidos de las de las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks, y del análisis de crecidas máximas de las regiones hidrológicamente homogéneas de ETESA.



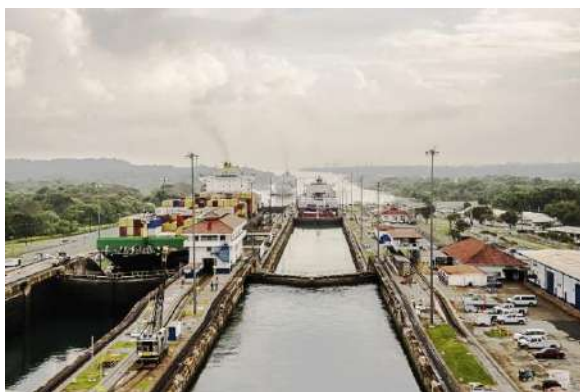
## 8. IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS ACTUALES

Tal y como se ha explicado anteriormente, los cursos de agua interceptados por la línea de aducción drenan hacia el Canal de Panamá, y se encuentran entre las cuencas hidrográficas 115 (del Canal de Panamá) y 144 (entre ríos Juan Díaz y Pacora). Todos estos cuerpos nacen en cabeceras ubicadas en las áreas montañosas de la provincia de Panamá Oeste.

Por lo previamente dicho, aguas abajo, el Canal de Panamá se configura como un usuario actual de estos cuerpos de agua, los cuales funcionan como recarga de este, al drenar directamente en él. Es sabido el interés ambiental y económico que representa el Canal de Panamá para el país, por lo que se recomienda que las obras de drenaje a construir en las intersecciones previamente evaluadas, se contemplen todas las medidas de mitigación ambientales requeridas para reducir los posibles riesgos a suscitarse.

Por otra parte, se puede afirmar que no existen desarrollos residenciales que aprovechen directamente ninguna de estas fuentes de agua superficial aguas arriba o aguas abajo, puesto que no se encuentran dentro del área de afectación directa del proyecto.

Sin embargo, se indica que los sectores más cercanos la línea de aducción son: las barriadas Santa Clara, Nuevo Emperador, El Carrizal, y Burunga, en el Distrito de Arraiján, y Las Cumbres en el Distrito de Panamá.



Figuras 06 y 07. Canal de Panamá. Usuario actual, aguas abajo.  
Fuentes: Wikimedia Commons, 2000 (a); Pixabay, s/f (b).

## 9. DESCRIPCIÓN Y DETALLES DE LAS OBRAS EN CAUCE

A partir de los caudales máximos obtenidos para un período de retorno de 50 años y la pendiente de cada cauce, se han establecido los siguientes criterios de diseño para las obras en cauce a implantar para cada caso, presentados a través de una comprobación hidráulica realizada para cada una de las intersecciones a la que el curso de agua actual será intervenido.

Es importante mencionar que esta comprobación hidráulica sugiere los parámetros de diseño recomendados para que, por cálculo hidráulico, las soluciones permitan manejar adecuadamente el flujo generado en cada punto según los períodos de retorno evaluados.

Cabe destacar, además, que existen intersecciones donde existe actualmente una obra en cauce ya implantada, por lo que el constructor debe reemplazarla. Para ello, se sugiere una revisión de los parámetros hidráulicos planteados por comprobación hidráulica en cada caso.

Es necesario mencionar que los criterios de diseño reflejados por comprobación hidráulica en esta sección son recomendaciones que el Equipo Consultor realiza al contratista, y que éstos sugieren los parámetros mínimos que se deberían cumplir según cada caso.

En el caso de la sustitución o colocación de tuberías de concreto ya sean independientes o en cabezales de alcantarillado, el MOP recomienda emplear un coeficiente de rugosidad de 0.013. Para el caso de tubos de PVC o polietilenos, usar un coeficiente de rugosidad de 0.009.

En cuanto a la velocidad máxima permitida, se tiene que el MOP establece que en canales de concreto será de 4.573 m/s como límite máximo. Por tanto, se ha procedido a verificar que cada una de las velocidades resultantes cumplan con esta restricción.

Para el caso de las tuberías de concreto prefabricadas, en Panamá se manejan, por lo general, diámetros estándares de los siguientes diámetros: 0.45, 0.60, 0.75, 0.90, 1.05, 1.20, 1.35, 1.50 y 1.80 m.

### 9.1 Detalles de Obras para Cursos Afectados (Intersecciones 1 a 70)

Como ha sido mencionado en el desarrollo de este reporte, un total de setenta (70) cursos de agua se verían afectados por la implantación de la línea de aducción y su plataforma, por lo que este es el total de intersecciones que requieren el permiso de obra en cauce otorgado por MIAMBIENTE.

Se tiene, entonces, que para algunas de las obras en cauce a implantar en cursos de agua afectados por la línea de aducción, se trabajarán tanto secciones circulares, como rectangulares y trapeciales.

- Obras en Cauce de Sección Circular

Estas son las correspondientes a tuberías independientes o en cabezales de alcantarillado (ver Figura 08), las cuales cumplirán con las siguientes características:

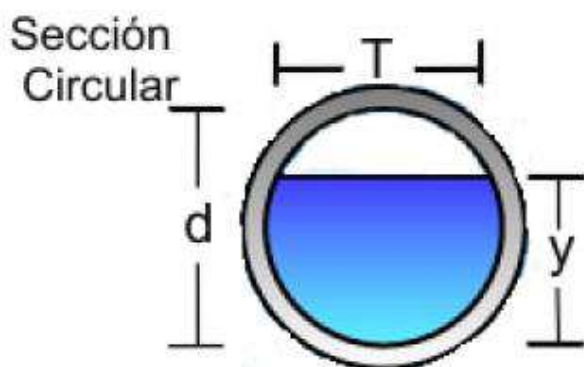


Figura 08. Sección circular estándar (tuberías independientes o en cabezales de alcantarillado).

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Donde:

d= Diámetro

y= Tirante (distancia perpendicular a la plantilla medida desde el punto más bajo de la sección hasta la superficie libre de agua)

T= Ancho de la superficie libre del agua, o espejo de agua

Ah= Área hidráulica (área ocupada por el flujo en una sección)

Pm= Perímetro mojado (longitud de la línea de contacto entre el agua y las paredes del canal, sin incluir valor de T)

Rh= Radio hidráulico (cociente del área entre el perímetro mojado)

- **Obras en Cauce de Sección Rectangular**

Por otro lado, para ciertos cruces cuyos cursos de agua cuenten con un caudal más grande donde no aplique la construcción de una obra de sección circular, se estipula la adecuación de un cajón pluvial, es decir, de sección rectangular. Tal es el caso de la intersección 54, por ejemplo, correspondiente al cruce sobre el lago artificial ubicado al final de la quebrada La Estancia cerca del área del Puente Centenario.

El MOP estipula que los cajones pluviales deben cumplir con los criterios de diseño estructural establecidos en la Hoja 1008. Para el caso de los cajones pluviales, según el MOP, se debe utilizar un diámetro mínimo de tubería 45 cms (18"Ø) en un tramo inicial no mayor de 10 metros. Por otro lado, la velocidad máxima permitida será de 3.66 m/s (12 p/seg) y la mínima de 0.914 m/s (3 p/seg) para tuberías de HR. En canales de mampostería y de concreto será de 3.048 m/s (10 p/seg) y de 4.573 m/s (15 p/seg) respectivamente como límite máximo. En canales de canto rodado; arena y tierra será de 1.52 m/s (5 p/seg) la velocidad máxima. Para tuberías de PVC perfiladas, la velocidad máxima será de 4.573 m/s (15p/seg) y la mínima de 0.914 m/s (3 p/seg).

Se tiene, entonces, que para algunas de las obras en cauce en la línea de aducción se trabajarán secciones rectangulares (ver Figura 09), las cuales cumplirán con las siguientes características:

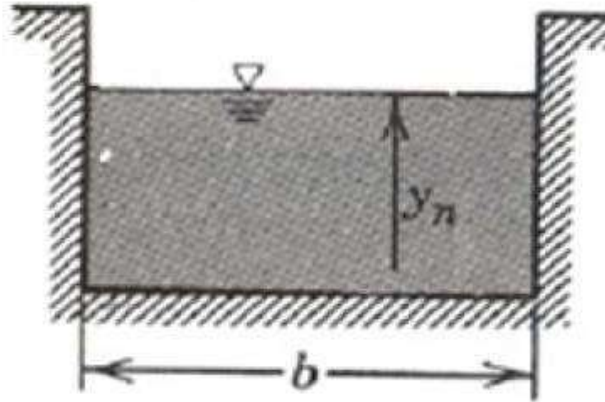


Figura 09. Sección rectangular estándar (cajón pluvial).  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

Donde:

$y_n$  = Tirante, altura del fluido

$B$  = Base del canal rectangular (cajón)

- Obras en Cauce de Sección Trapecial (Constructiva)

Por otra parte, para el caso en donde se intervienen cursos de agua donde existen canales abiertos (ya sea de concreto o sin revestimiento), se plantea la restitución de los mismos en los segmentos impactados.

El MOP estipula para los canales de concreto un coeficiente de escorrentía que oscila entre 0.012 y 0.015, y para los canales sin revestimiento vegetación natural un coeficiente de 0.030.

Se tiene, entonces, que para algunas de las obras en cauce en la línea de aducción se trabajarán secciones trapeciales (ver Figura 10), las cuales cumplirán con las siguientes características:



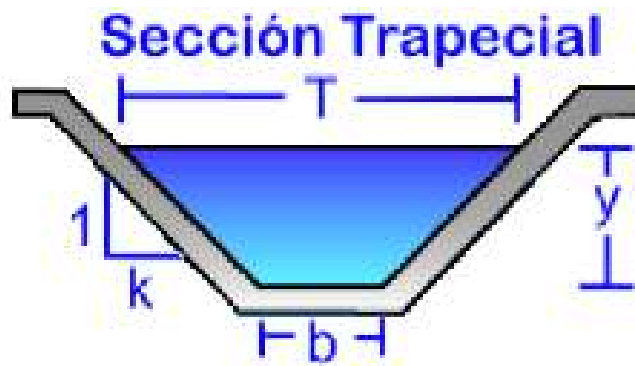


Figura 10. Sección trapezoidal (canales y cunetas de concreto o si revestimiento)  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

Donde:

$Y$  = Tirante, altura del fluido

$b$  = Base del canal

$T$  = Ancho de la superficie libre del agua, o espejo de agua

$K$  = Talud o inclinación de las laterales del canal

- **Obras en Cauce de Sección Trapecial (No Constructiva)**

Por otro lado, se destaca que en algunos puntos correspondientes a las intersecciones sobre cursos de agua intermitentes (sobre todo aquellas correspondientes a nacientes de escorrentía superficial), no se plantea ejecutar obra en cauce de tipo constructiva, ya que la tubería de aducción se proyectará en niveles de terreno inferiores al canal superficial intermitente.

Es decir, en estos casos se desviará temporalmente el curso de escorrentía natural, se implantará la línea de aducción, y posteriormente se conformará el cauce de acuerdo su curso original. Por tanto, estas intersecciones requerirán de un permiso de obra en cauce temporal ya que no se implantará alguna estructura permanente.

Para estos casos, se estipula la protección de dichos canales con soluciones adaptadas de bioingeniería que propicien a combatir fenómenos de erosión y sedimentación, a través de la instalación de revestimiento flexible y la aplicación de procedimientos de revegetación. (Ver Figura 11).

Al respecto, se recomienda la utilización de un coeficiente de escorrentía de 0.035 a 0.040 correspondiente al material de revestimiento (manta de control de erosión anclada al terreno).

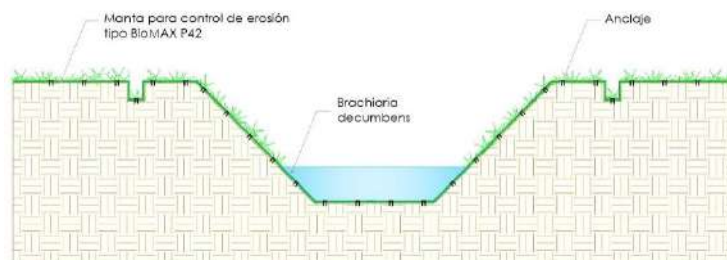


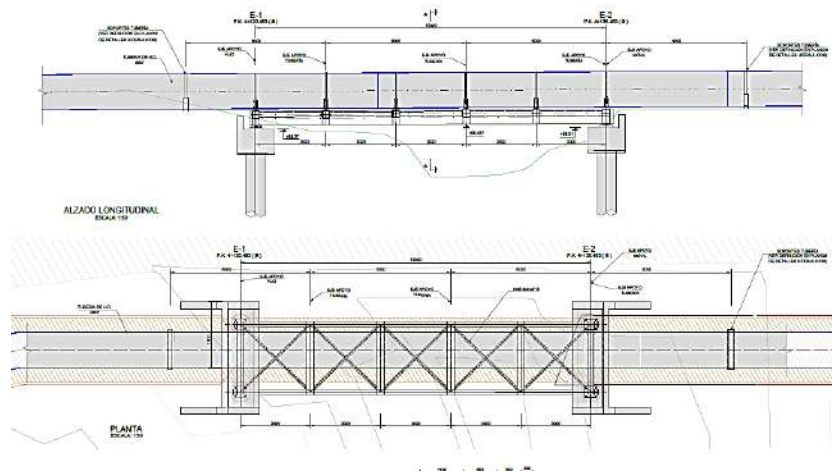
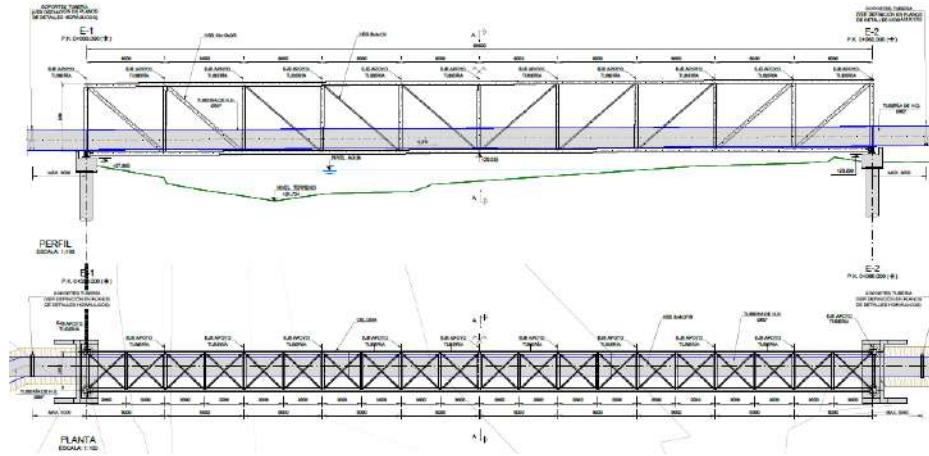
Figura 11. Sección trapezoidal (protección de canales - obra en cauce no constructiva en cursos intermitentes)  
Fuente: Equipo consultor, 2021.

## 9.2 Detalles de Obras para Cursos No Afectados (Intersecciones A, C, D y E)

Por otro lado, para aquellos casos donde no se estipula afectación directa de la línea de aducción sobre el curso de agua, no es requerida la presentación del permiso de obra en cauce.

En estos casos no se adecuará una obra en cauce de sección circular, rectangular, o trapezoidal, sino que se tienen contempladas soluciones para el paso de la línea de aducción sobre los mismos sin que se vean afectados.

Por ejemplo, para las intersecciones correspondientes al río Mandinga (intersección A) y el río Camacho (intersección C), se contemplan estructuras elevadas que permitan brindar soporte a la tubería de aducción en dichos cruces sin que se intervenga el cauce del cuerpo de agua. (Ver Figuras 12 y 13).



Por otra parte, es importante destacar que, para el caso de las intersecciones D y E, como se detalló anteriormente, la tubería de aducción no afectará los cabezales actualmente construidos en dichos puntos sobre el río Grande, debido a que están ubicados por debajo del nivel del terreno por donde se plantea proyectar la línea. Sobre estos puntos tampoco será requerida la presentación del permiso de obra en cauce.

Dicho todo lo anterior, se presenta a continuación una tabla resumen de desglose de las setenta (70) intersecciones a cursos de agua afectados, la cual destaca la hay existencia o no de la obra implantada actualmente, así como el plantemiento de la solución según cada caso (ver Tabla 13).

Tabla 13. Obras existentes y a plantear en cada intersección de curso de agua superficial intervenido por el proyecto.

Subtramo	Inters.	Tipo de cruce	PK	Curso de agua	Obra existente	Obra a Plantear
SUBTRAMO i	1	Transversal	0+597	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	2	Transversal	0+692	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	3	Transversal	0+850	Intermitente	Sin obra	Colocación de tubería
	4	Transversal	1+274	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	5	Transversal	1+610	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	6	Transversal	2+087	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	7	Transversal	2+278	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	8	Transversal	2+584	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	9	Transversal	2+836	Intermitente	Sin obra	Colocación de cabezal de alcantarilla con tubería
SUBTRAMO iii	10	Transversal	0+050	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	11	Transversal	0+142	Intermitente	Sin obra	Colocación de tubería
	12	Transversal	0+279	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	13	Transversal	0+430	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	14	Transversal	0+639	Intermitente	Canal abierto de concreto	Sustitución de canal abierto de concreto
	15	Longitudinal	2+260 a 2+440	Quebrada Sajalices	Canal abierto de concreto, cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de canal abierto de concreto, cabezal de alcantarilla con tubería
	16	Transversal	2+544	Quebrada Sajalices	Dos tuberías (sistema de diques)	Sustitución de tuberías
	17	Transversal	2+879	Intermitente	Cajón pluvial	Sustitución de cajón pluvial
	18	Transversal	3+208	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería (3 tubos)	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	19	Transversal	3+662	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	20	Transversal	4+010	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería de alcantarilla de piedras	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	21	Transversal	4+230	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería

Subtramo	Inters.	Tipo de cruce	PK	Curso de agua	Obra existente	Obra a Plantear
	22	Transversal	5+780	Quebrada Sin Nombre	Canal abierto revegetado	Restitución del canal abierto revegetado
	23	Transversal	6+000	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	24	Transversal	6+325	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	25	Transversal	6+378	Intermitente	Tubería	Sustitución de tubería
	26	Transversal	6+511	Quebrada Sin Nombre	Cajón pluvial	Sustitución de cajón pluvial
	27	Transversal	6+675	Quebrada Sin Nombre	Cajón pluvial	Sustitución de cajón pluvial
	28	Transversal	6+854	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tuberías (2 tubos) (botaderos ACP)	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tuberías
	29	Transversal	6+946	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería (2 tubos) y cajó de concreto	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tuberías y cajón de concreto
	30	Transversal	7+176	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tuberías
	31	Longitudinal	7+350 a 7+550	Intermitente	Canal abierto de concreto	Restitución del canal abierto de concreto
	32	Transversal	7+806	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	33	Transversal	8+617	Intermitente	Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	34	Transversal	8+732	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	35	Transversal	9+013	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	36	Transversal	9+224	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	37	Transversal	9+391	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	38	Transversal	9+445	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	39	Transversal	9+481	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	40	Transversal	9+700	Intermitente	Cuneta de concreto	Sustitución de cuneta de concreto
	41	Transversal	9+810	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	42	Transversal	9+877	Intermitente	Sin obra	Protección del canal superficial
	43	Transversal	10+264	Quebrada sin nombre	Sin obra	Colocación de cabezal de alcantarilla con tubería
	44	Transversal	10+344	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	45	Transversal	10+430	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	46	Transversal	10+465	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	47	Transversal	10+550	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial

Subtramo	Inters.	Tipo de cruce	PK	Curso de agua	Obra existente	Obra a Plantear
	48	Transversal	10+766	Intermitente	Sin obra	Tubería/Cabecal
	49	Transversal	10+787	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
SUBTRAMO IV	50	Transversal	0+019	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	51	Transversal	0+050	Intermitente	Sin obra	Colocación de tubería
	52	Transversal	0+100	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	53	Transversal	0+225	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	54	Transversal	0+305	Lago – Río La Estancia	Sin obra	Conformación de cajón pluvial
	55	Transversal	0+404	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	56	Transversal	0+625	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	57	Transversal	0+730	Intermitente	Sin obra	Colocación de tubería
	58	Transversal	0+790	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	59	Transversal	0+830	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	60	Transversal	0+860	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	61	Transversal	0+880	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	62	Transversal	0+900	Quebrada Sin Nombre	Sin obra	Colocación de tubería
	63	Transversal	0+955	Intermitente	Sin obra	Colocación de tubería
	64	Transversal	1+135	Quebrada Conga o Cocolí	Sin obra	Colocación de cajón pluvial
	65	Transversal	1+206	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	66	Transversal	1+241	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	67	Transversal	1+500	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	68	Transversal	1+567	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	69	Transversal	1+619	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial
	70	Transversal	1+677	Intermitente	Sin obra	Protección de canal superficial


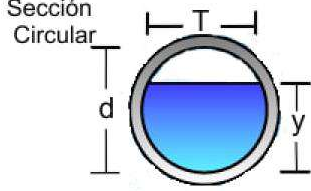
Fuente: Equipo consultor, 2021.

Una vez presentada la tabla anterior, se detallan a continuación las fichas técnicas que incluyen las comprobaciones hidráulicas para cada una de las intersecciones identificadas previamente, a las cuales se requerirá la presentación del permiso de obra en cauce (Ver Tablas 14 a 84).



Tabla 14. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 1.

Sub-tramo	I	Intersección	1	PK	0+597
Curso	Intermitente		Coordenada	641657.83 m E	1006803.49 m N

Situación actual		Solución	
Tubería existente		Sustitución de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		0.59	m^3/s
Diámetro (d)		0.60	m
Pendiente (S)		0.104	m/m
Resultados			
Tirante Crítico (y)		0.5000	m
Área Hidráulica (Ah)		0.2518	m2
Perímetro Mojado (Pm)		1.3802	m
Radio Hidráulico (Rh)		0.1824	m
Espejo del Agua (T)		0.4473	m
Velocidad (v)		2.3431	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 15. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 2.

Sub-tramo	I	Intersección	2	PK	0+692
Curso	Intermitente		Coordenada	641659.18 m E	1006699.94 m N


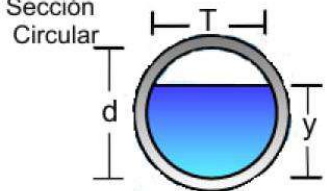
Situación actual	Solución
Tubería existente	Sustitución de tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	6.87	m^3/s
Diámetro (d)	1.20	m
Pendiente (S)	0.033	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.5000	m
Área Hidráulica (Ah)	0.2518	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.3802	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1824	m
Espejo del Agua (T)	0.4473	m
Velocidad (v)	2.3431	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 16. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 3.

Sub-tramo	I	Intersección	3	PK	0+850
Curso	Intermitente		Coordenada	641770.06 m E	1006591.16 m N


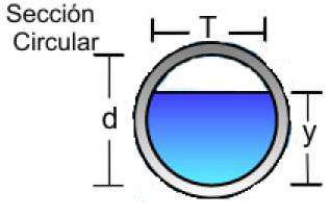
Situación actual		Solución	
Sin obra		Colocación de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.07	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.121	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.1827	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0606	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.6217	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.0975	m
Espejo del Agua (T)	0.4420	m
Velocidad (v)	1.1551	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 17. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 4.

Sub-tramo	I	Intersección	4	PK	1+274
Curso	Intermitente		Coordenada	642075.58 m E	1006424.00 m N


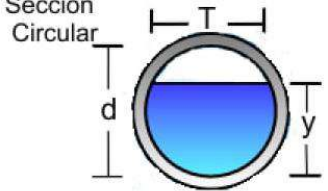
Situación actual		Solución	
Tubería existente		Sustitución de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.09	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.124	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.2083	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0720	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.6734	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1069	m
Espejo del Agua (T)	0.4488	m
Velocidad (v)	1.2500	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 18. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 5.

Sub-tramo	I	Intersección	5	PK	1+610
Curso	Intermitente		Coordenada	642286.39 m E	1006183.71 m N


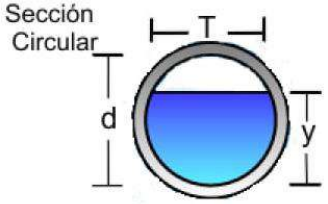
Situación actual	Solución
Tubería existente	Sustitución de tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	1.04	m^3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Pendiente (S)	0.096	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.5830	m
Área Hidráulica (Ah)	0.2805	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.6819	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1668	m
Espejo del Agua (T)	0.1992	m
Velocidad (v)	3.7077	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 19. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 6.

Sub-tramo	I	Intersección	6	PK	2+087
Curso	Intermitente		Coordenada	642704.69 m E	1006040.80 m N


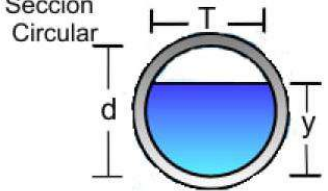
Situación actual	Solución
Tubería existente	Sustitución de tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.76	m^3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Pendiente (S)	0.053	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.5482	m
Área Hidráulica (Ah)	0.2709	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.5270	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1774	m
Espejo del Agua (T)	0.3371	m
Velocidad (v)	2.8055	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 20. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 7.

Sub-tramo	I	Intersección	7	PK	2+278
Curso	Intermitente		Coordenada	642893.86 m E	1006023.39 m N


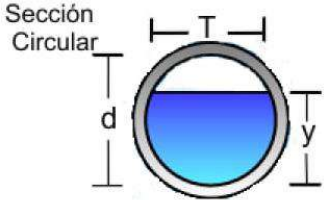
Situación actual		Solución	
Tubería existente		Sustitución de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.08	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.053	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.1955	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0663	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.6478	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1024	m
Espejo del Agua (T)	0.4461	m
Velocidad (v)	1.2066	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 21. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 8.

Sub-tramo	I	Intersección	8	PK	2+584
Curso	Intermitente		Coordenada	643198.05 m E	1006026.80 m N


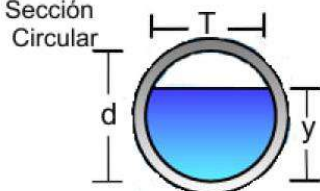
Situación actual		Solución	
Tubería existente		Sustitución de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.14	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.116	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.2624	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0963	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.7820	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1231	m
Espejo del Agua (T)	0.4437	m
Velocidad (v)	1.4538	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 22. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 9.

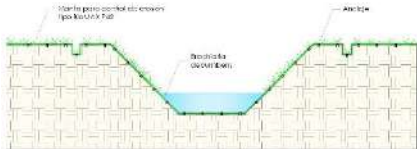
Sub-tramo	I	Intersección	9	PK	2+836
Curso	Intermitente		Coordenada	643440.27 m E	1005959.87 m N

Situación actual		Solución	
Sin obra		Colocación de cabezal de alcantarilla con tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.48	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.137	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.4345	m
Área Hidráulica (Ah)	0.1573	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.2455	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1263	m
Espejo del Agua (T)	0.1643	m
Velocidad (v)	3.0515	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

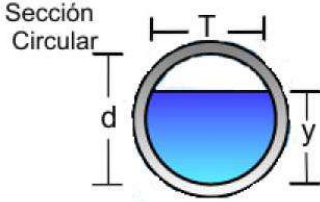
Tabla 23. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 10.

Sub-tramo	III	Intersección	10	PK	0+050
Curso	Intermitente		Coordenada	644408.58 m E	1004799.34 m N
Situación actual				Solución	
Sin obra				Protección de canal superficial	
Sin evidencia fotográfica					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.63	m^3/s	
Inclinación de las paredes (k)			45	grados	
Pendiente (S)			0.051	m/m	
Resultados					
Base del canal (b)			0.441	m	
Altura del fluido (y)			0.382	m	
Área hidráulica (Ah)			0.252	m2	
Espejo del Agua (T)			1.205	m	
Velocidad (v)			2.500	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 24. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 11.

Sub-tramo	III	Intersección	11	PK	0+142
Curso	Intermitente		Coordenada	644492.21 m E	1004761.75 m N

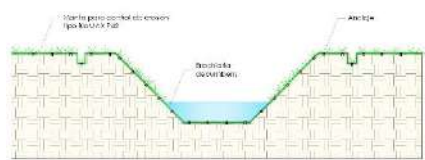
Situación actual	Solución
Sin obra	Colocación de tubería
Sin evidencia fotográfica	<div>Sección Circular</div>

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	8.80	m^3/s
Diámetro (d)	1.80	m
Pendiente (S)	0.054	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	1.4700	m
Área Hidráulica (Ah)	2.2248	m2
Perímetro Mojado (Pm)	4.0619	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.5477	m
Espejo del Agua (T)	1.3930	m
Velocidad (v)	3.9554	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 25. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 12.

Sub-tramo	III	Intersección	12	PK	0+279
Curso	Intermitente		Coordenada	644596.30 m E	1004674.56 m N

Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
Sin evidencia fotográfica	

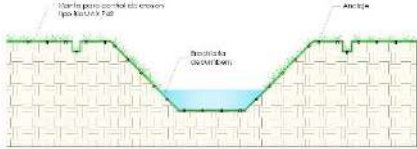
Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.11	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.046	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1702	m
Área hidráulica (Ah)	0.0971	m2
Espejo del Agua (T)	0.7404	m
Velocidad (v)	1.1329	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.



Tabla 26. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 13.

Sub-tramo	III	Intersección	13	PK	0+430
Curso	Intermitente		Coordenada	644681.14 m E	1004549.30 m N


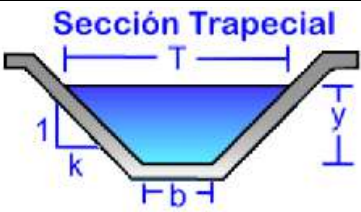
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
Sin evidencia fotográfica	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.17	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.094	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.2187	m
Área hidráulica (Ah)	0.1353	m2
Espejo del Agua (T)	0.8374	m
Velocidad (v)	1.2565	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 27. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 14.

Sub-tramo	III	Intersección	14	PK	0+639
Curso	Intermitente		Coordenada	644792.49 m E	1004372.99 m N


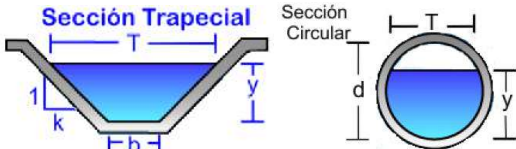
Situación actual	Solución
Canal abierto de concreto	Sustitución de canal abierto de concreto
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	2.19	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.061	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.8196	m
Área hidráulica (Ah)	0.9996	m2
Espejo del Agua (T)	2.0392	m
Velocidad (v)	2.1909	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 28. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 15.

Sub-tramo	III	Intersección	15	PK	2+260 a 2+440
Curso	Quebrada Sajalices		Coordenada	645564.72 m E	1003023.59 m N


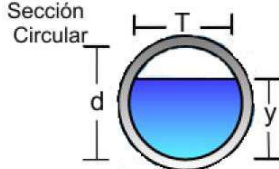
Situación actual		Solución	
Canal abierto de concreto, cabezal de alcantarilla con tubería		Sustitución de canal abierto de concreto y de cabezal de alcantarilla con tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución			
Sección Trapezoidal (Canal)			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		19.53	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)		45	grados
Pendiente (S)		0.028	m/m
Resultados			
Base del canal (b)		1.00	m
Altura del fluido (y)		1.9506	m
Área hidráulica (Ah)		5.7553	m2
Espejo del Agua (T)		4.9011	m
Velocidad (v)		3.3934	m/s
Sección Circular (Tubería)			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		19.53	m^3/s
Diámetro (d)		1.80	m
Pendiente (S)		0.028	m/m
Resultados			
Tirante Crítico (y)		1.7751	m
Área Hidráulica (Ah)		2.5377	m2
Perímetro Mojado (Pm)		5.2308	m
Radio Hidráulico (Rh)		0.4851	m
Espejo del Agua (T)		0.4202	m
Velocidad (v)		7.6959	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 29. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 16.

Sub-tramo	III	Intersección	16	PK	2+544
Curso	Quebrada Sajalices		Coordenada	645553.81 m E	1002718.81 m N


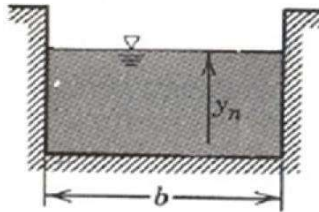
Situación actual	Solución
Dos tuberías (sistema de diques)	Sustitución de tuberías
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.46	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.035	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.4315	m
Área Hidráulica (Ah)	0.1568	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.2300	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1275	m
Espejo del Agua (T)	0.1787	m
Velocidad (v)	2.9337	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 30. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 17.


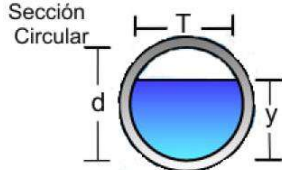
Sub-tramo	III	Intersección	17	PK	2+879
Curso	Intermitente		Coordenada	645668.96 m E	1002414.18 m N

Situación actual	Solución
Cajón pluvial (del sistema de diques)	Sustitución de cajón pluvial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.18	m^3/s
Pendiente (S)	0.021	m/m
Resultados		
Base del cajón (b)	1.000	m
Altura del fluido (y)	0.09	m
Área Hidráulica (Ah)	0.09	m2
Espejo del Agua (T)	1.000	m
Velocidad (v)	1.933	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

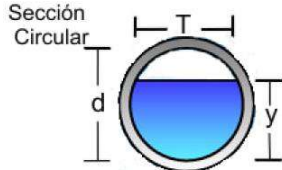
Tabla 31. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 18.

Sub-tramo	III	Intersección	18	PK	3+208
Curso	Intermitente		Coordenada	645910.19 m E	1002194.80 m N
Situación actual				Solución	
Cabezal de alcantarilla con tuberías (tres tubos)				Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería	
					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.71	m^3/s	
Diámetro (d)			0.60	m	
Pendiente (S)			0.064	m/m	
Resultados					
Tirante Crítico (y)			0.5366	m	
Área Hidráulica (Ah)			0.2668	m2	
Perímetro Mojado (Pm)			1.4877	m	
Radio Hidráulico (Rh)			0.1793	m	
Espejo del Agua (T)			0.3688	m	
Velocidad (v)			2.6612	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 32. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 19.

Sub-tramo	III	Intersección	19	PK	3+662
Curso	Intermitente		Coordenada	646211.28 m E	1001855.81 m N

Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
Sin evidencia fotográfica	<div>Sección Circular</div> 

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.53	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.075	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.4392	m
Área Hidráulica (Ah)	0.1581	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.2740	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1241	m
Espejo del Agua (T)	0.1375	m
Velocidad (v)	3.3523	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 33. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 20.

Sub-tramo	III	Intersección	20	PK	4+010
Curso	Intermitente		Coordenada	646406.58 m E	1001571.24 m N


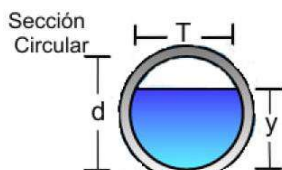
Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tubería de alcantarilla de piedras	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	1.05	m^3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Pendiente (S)	0.036	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.5835	m
Área Hidráulica (Ah)	0.2806	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.6849	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1665	m
Espejo del Agua (T)	0.1964	m
Velocidad (v)	3.7420	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 34. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 21.

Sub-tramo	III	Intersección	21	PK	4+230
Curso	Intermitente		Coordenada	646500.82 m E	1001380.15 m N



Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.29	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.036	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.3760	m
Área Hidráulica (Ah)	0.1420	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.0380	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1368	m
Espejo del Agua (T)	0.3335	m
Velocidad (v)	2.0423	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 35. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 22.

Sub-tramo	III	Intersección	22	PK	5+780
Curso	Quebrada Sin Nombre		Coordenada	647618.04 m E	1000481.77 m N

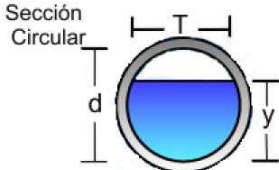
Situación actual	Solución
Canal abierto revegetado	Restitución del canal abierto revegetado
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	8.36	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.947	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.5	m
Altura del fluido (y)	1.5842	m
Área hidráulica (Ah)	3.3017	m2
Espejo del Agua (T)	3.6684	m
Velocidad (v)	2.5320	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 36. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 23.

Sub-tramo	III	Intersección	23	PK	6+000
Curso	Intermitente		Coordenada	647648.35 m E	1000267.53 m N

Situación actual	Solución
Tubería existente	Sustitución de tubería
Sin evidencia fotográfica	<div>Sección Circular</div>

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	1.11	m^3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Pendiente (S)	0.044	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.5867	m
Área Hidráulica (Ah)	0.2812	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.7055	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1649	m
Espejo del Agua (T)	0.1768	m
Velocidad (v)	3.9474	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.



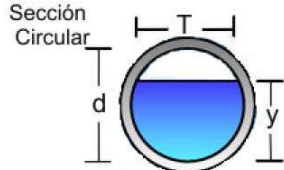
Tabla 37. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 24.

Sub-tramo	III	Intersección	24	PK	6+325
Curso	Intermitente		Coordenada	647807.16 m E	1000014.64 m N
Situación actual				Solución	
Cabezal de alcantarilla con tubería				Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería	
					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.41	m^3/s	
Diámetro (d)			0.45	m	
Pendiente (S)			0.11	m/m	
Resultados					
Tirante Crítico (y)			0.4224	m	
Área Hidráulica (Ah)			0.1550	m2	
Perímetro Mojado (Pm)			1.1884	m	
Radio Hidráulico (Rh)			0.1304	m	
Espejo del Agua (T)			0.2161	m	
Velocidad (v)			2.6452	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 38. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 25.

Sub-tramo	III	Intersección	25	PK	6+378
Curso	Intermitente		Coordenada	647804.79 m E	999962.54 m N


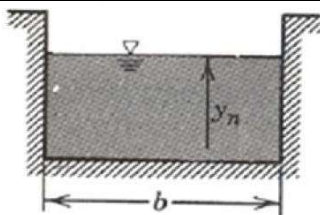
Situación actual	Solución
Tubería	Sustitución de tubería
Sin evidencia fotográfica	<div>Sección Circular</div>

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	3.14	m^3/s
Diámetro (d)	1.00	m
Pendiente (S)	0.106	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.9465	m
Área Hidráulica (Ah)	0.7691	m2
Perímetro Mojado (Pm)	2.6746	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.2876	m
Espejo del Agua (T)	0.4502	m
Velocidad (v)	4.0827	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 39. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 26.

Sub-tramo	III	Intersección	26	PK	6+511
Curso	Quebrada Sin Nombre		Coordenada	647798.73 m E	999829.18 m N

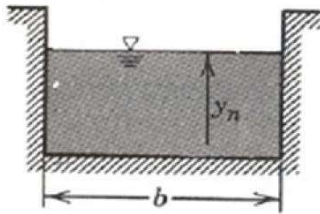
Situación actual	Solución
Cajón pluvial	Sustitución de cajón pluvial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.67	m^3/s
Pendiente (S)	0.084	m/m
Resultados		
Base del cajón (b)	2.00	m
Altura del fluido (y)	0.08	m
Área Hidráulica (Ah)	0.17	m2
Espejo del Agua (T)	2.00	m
Velocidad (v)	4.021	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 40. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 27.

Sub-tramo	III	Intersección	27	PK	6+675
Curso	Quebrada Sin Nombre		Coordenada	647789.87 m E	999665.82 m N

Situación actual	Solución
Cajón pluvial	Sustitución de cajón pluvial
Sin evidencia fotográfica	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.78	m^3/s
Pendiente (S)	0.084	m/m
Resultados		
Base del cajón (b)	1.00	m
Altura del fluido (y)	0.15	m
Área Hidráulica (Ah)	0.15	m2
Espejo del Agua (T)	1.00	m
Velocidad (v)	5.134	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 41. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 28.

Sub-tramo	III	Intersección	28	PK	6+854
Curso	Intermitente		Coordenada	647786.21 m E	999487.89 m N

Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tuberías (2 tubos) (botaderos ACP)	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tuberías
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.56	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.11	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.4414	m
Área Hidráulica (Ah)	0.1583	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.2887	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1229	m
Espejo del Agua (T)	0.1234	m
Velocidad (v)	3.5376	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 42. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 29.

Sub-tramo	III	Intersección	29	PK	6+946
Curso	Quebrada Sin Nombre		Coordenada	647810.52 m E	999399.19 m N


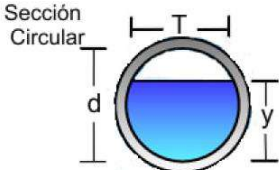
Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tuberías (2 tubos) y cajón de concreto (área de botaderos ACP)	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tuberías y cajón de concreto
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	2.09	m^3/s
Diámetro (d)	0.75	m
Pendiente (S)	0.149	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.7378	m
Área Hidráulica (Ah)	0.4402	m2
Perímetro Mojado (Pm)	2.1646	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.2034	m
Espejo del Agua (T)	0.1895	m
Velocidad (v)	4.7478	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 43. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 30.

Sub-tramo	III	Intersección	30	PK	7+176
Curso	Intermitente		Coordenada	647948.19 m E	999215.84 m N


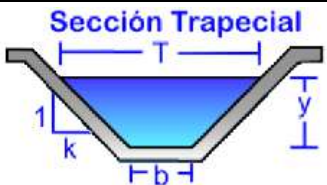
Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tuberías
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.95	m^3/s
Diámetro (d)	0.6	m
Pendiente (S)	0.2	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.5767	m
Área Hidráulica (Ah)	0.2791	m2
Perímetro Mojado (Pm)	1.6470	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1695	m
Espejo del Agua (T)	0.2318	m
Velocidad (v)	3.4038	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 44. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 31.

Sub-tramo	III	Intersección	31	PK	7+350 a 7+550
Curso	Intermitente		Coordenada	648076.17 m E	999112.01 m N


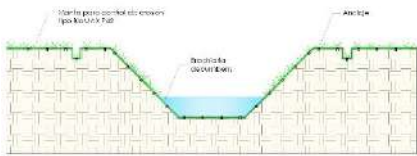
Situación actual	Solución
Canal abierto de concreto	Sustitución del canal abierto de concreto
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.31	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.215	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.3065	m
Área hidráulica (Ah)	0.2165	m2
Espejo del Agua (T)	1.0129	m
Velocidad (v)	1.4319	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 45. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 32.

Sub-tramo	III	Intersección	32	PK	7+806
Curso	Intermitente		Coordenada	648417.08 m E	998810.48 m N


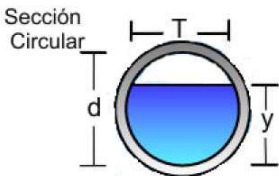
Situación actual	Solución
Si obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.18	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.164	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.2264	m
Área hidráulica (Ah)	0.1419	m2
Espejo del Agua (T)	0.8529	m
Velocidad (v)	1.2685	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 46. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 33.

Sub-tramo	III	Intersección	33	PK	8+617
Curso	Intermitente		Coordenada	649042.93 m E	998803.58 m N

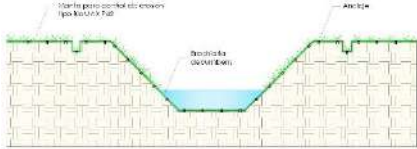
Situación actual	Solución
Cabezal de alcantarilla con tubería	Sustitución de cabezal de alcantarilla con tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.04	m^3/s
Diámetro (d)	0.90	grados
Pendiente (S)	0.225	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.05	m
Área Hidráulica (Ah)	0.01	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.42	m
Espejo del Agua (T)	0.41	m
Velocidad (v)	3.63	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 47. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 34.

Sub-tramo	III	Intersección	34	PK	8+732
Curso	Intermitente		Coordenada	649038.82 m E	998690.57 m N


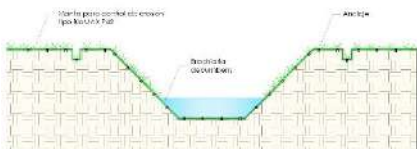
Situación actual	Solución
Si obra	Protección de canal superficial
Sin evidencia fotográfica	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.06	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.175	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1193	m
Área hidráulica (Ah)	0.0620	m2
Espejo del Agua (T)	0.6386	m
Velocidad (v)	0.9677	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 48. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 35.

Sub-tramo	III	Intersección	35	PK	9+013
Curso	Intermitente		Coordenada	649014.74 m E	998430.59 m N

Situación actual	Solución
Si obra	Protección de canal superficial
	


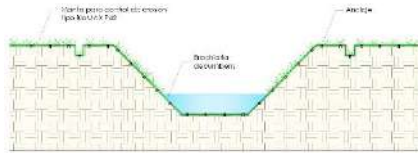
Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.0025	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.198	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0157	m
Área hidráulica (Ah)	0.0065	m2
Espejo del Agua (T)	0.4315	m
Velocidad (v)	0.3846	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.



Tabla 49. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 36.

Sub-tramo	III	Intersección	36	PK	9+224
Curso	Intermitente		Coordenada	649125.92 m E	998253.85 m N


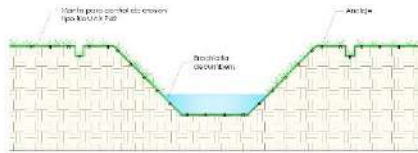
Situación actual		Solución	
Si obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.04	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.075	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0928	m
Área hidráulica (Ah)	0.0458	m2
Espejo del Agua (T)	0.5857	m
Velocidad (v)	0.8734	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 50. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 37.

Sub-tramo	III	Intersección	37	PK	9+391
Curso	Intermitente		Coordenada	649202.72 m E	998106.36 m N

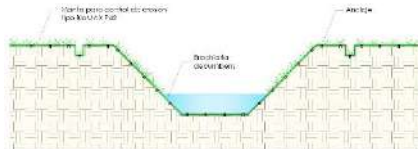
Situación actual		Solución	
Si obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.14	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.079	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1958	m
Area hidráulica (Ah)	0.1166	m2
Espejo del Agua (T)	0.7915	m
Velocidad (v)	1.2007	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 51. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 38.


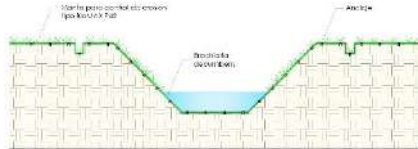
Sub-tramo	III	Intersección	38	PK	9+445
Curso	Intermitente		Coordenada	649238.72 m E	998066.53 m N

Situación actual		Solución	
Si obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.03	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.155	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0779	m
Área hidráulica (Ah)	0.0372	m2
Espejo del Agua (T)	0.5558	m
Velocidad (v)	0.8065	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.



Tabla 52. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 39.

Sub-tramo	III	Intersección	39	PK	9+481
Curso	Intermitente		Coordenada	649271.93 m E	998037.70 m N
Situación actual				Solución	
Si obra				Protección de canal superficial	
					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.09	m^3/s	
Inclinación de las paredes (k)			45	grados	
Pendiente (S)			0.166	m/m	
Resultados					
Base del canal (b)			0.40	m	
Altura del fluido (y)			0.1519	m	
Área hidráulica (Ah)			0.0838	m2	
Espejo del Agua (T)			0.7038	m	
Velocidad (v)			1.0740	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 53. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 40.

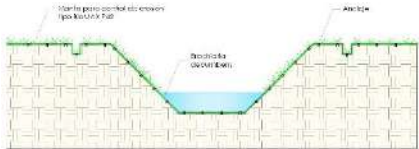
Sub-tramo	III	Intersección	40	PK	9+700
Curso	Intermitente		Coordenada	649438.83 m E	997909.16 m N

Situación actual	Solución
Cuneta de concreto	Sustitución de cuneta de concreto
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.18	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.115	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.2260	m
Área hidráulica (Ah)	0.1415	m2
Espejo del Agua (T)	0.8520	m
Velocidad (v)	1.2721	m/s

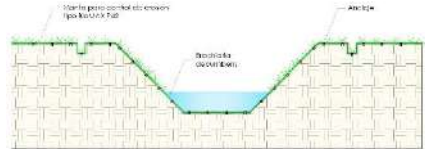
Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 54. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 41.

Sub-tramo	III	Intersección	41	PK	9+810
Curso	Intermitente		Coordenada	649504.69 m E	997822.53 m N
Situación actual				Solución	
Si obra				Protección de canal superficial	
Sin evidencia fotográfica					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.08	m^3/s	
Inclinación de las paredes (k)			45	grados	
Pendiente (S)			0.126	m/m	
Resultados					
Base del canal (b)			0.40	m	
Altura del fluido (y)			0.1414	m	
Área hidráulica (Ah)			0.0766	m2	
Espejo del Agua (T)			0.6829	m	
Velocidad (v)			1.0444	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 55. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 42.

Sub-tramo	III	Intersección	42	PK	9+877
Curso	Intermitente		Coordenada	649569.30 m E	997804.27 m N
Situación actual				Solución	
Si obra				Protección de canal superficial	
Sin evidencia fotográfica					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.10	m^3/s	
Inclinación de las paredes (k)			45	grados	
Pendiente (S)			0.154	m/m	
Resultados					
Base del canal (b)			0.40	m	
Altura del fluido (y)			0.1615	m	
Área hidráulica (Ah)			0.0907	m2	
Espejo del Agua (T)			0.7230	m	
Velocidad (v)			1.1025	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 56. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 43.

Sub-tramo	III	Intersección	43	PK	10+264
Curso	Quebrada sin nombre		Coordenada	649706.90 m E	997573.77 m N


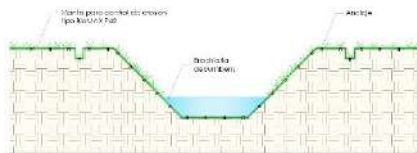
Situación actual		Solución
Sin obra		Colocación de cabezal de alcantarilla con tubería
		<div>Sección Circular</div> 

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	10.83	m^3/s
Diámetro (d)	1.5	m
Pendiente (S)	0.039	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	1.4650	m
Área Hidráulica (Ah)	1.7565	m
Perímetro Mojado (Pm)	4.2523	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.4131	m2
Espejo del Agua (T)	0.4529	m
Velocidad (v)	6.1657	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 57. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 44.

Sub-tramo	III	Intersección	44	PK	10+344
Curso	Intermitente		Coordenada	649707.77 m E	997495.09 m N



Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.02	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.225	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0606	m
Área hidráulica (Ah)	0.0279	m2
Espejo del Agua (T)	0.5213	m
Velocidad (v)	0.7168	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 58. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 45.

Sub-tramo	III	Intersección	45	PK	10+430
Curso	Intermitente		Coordenada	649734.22 m E	997413.39 m N

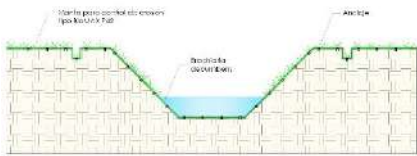
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.04	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.241	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m2
Altura del fluido (y)	0.0936	m
Área hidráulica (Ah)	0.0462	m
Espejo del Agua (T)	0.5871	m
Velocidad (v)	0.8658	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 59. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 46.

Sub-tramo	III	Intersección	46	PK	10+465
Curso	Intermitente		Coordenada	649744.94 m E	997380.26 m N


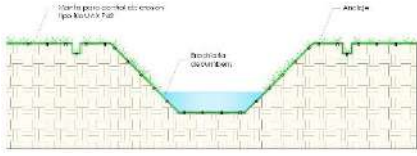
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
Sin evidencia fotográfica	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.06	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.233	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1197	m
Área hidráulica (Ah)	0.0622	m2
Espejo del Agua (T)	0.6395	m
Velocidad (v)	0.9646	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 60. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 47.

Sub-tramo	III	Intersección	47	PK	10+550
Curso	Intermitente		Coordenada	649770.87 m E	997300.16 m N

Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	


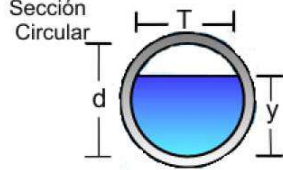
Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.03	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.234	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0783	m
Área hidráulica (Ah)	0.0374	m2
Espejo del Agua (T)	0.5565	m
Velocidad (v)	0.8021	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.



Tabla 61. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 48.

Sub-tramo	III	Intersección	48	PK	10+766
Curso	Intermitente		Coordenada	649696.81 m E	997122.00 m N


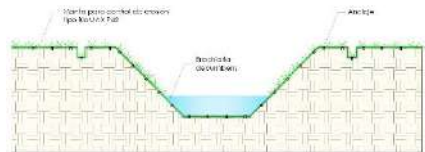
Situación actual		Solución	
Sin obra		Colocación de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.05	m^3/s
Diámetro (d)	0.5873	m
Pendiente (S)	0.227	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.1541	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0481	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.5626	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.0856	m
Espejo del Agua (T)	0.4271	m
Velocidad (v)	1.0395	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 62. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 49.

Sub-tramo	III	Intersección	49	PK	10+787
Curso	Intermitente		Coordenada	649678.05 m E	997111.52 m N


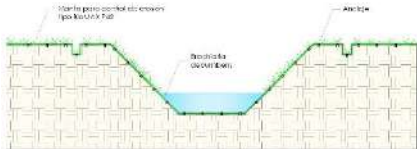
Situación actual		Solución	
Sin obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		0.04	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)		45	grados
Pendiente (S)		0.308	m/m
Resultados			
Base del canal (b)		0.40	m
Altura del fluido (y)		0.0941	m
Área hidráulica (Ah)		0.0465	m2
Espejo del Agua (T)		0.5881	m
Velocidad (v)		0.8602	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 63. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 50.

Sub-tramo	IV	Intersección	50	PK	0+019
Curso	Intermitente		Coordenada	649571.13 m E	997063.36 m N

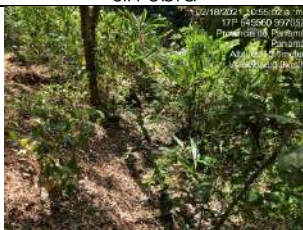
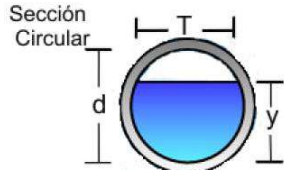
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.09	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.273	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1529	m
Área hidráulica (Ah)	0.0845	m2
Espejo del Agua (T)	0.7058	m
Velocidad (v)	1.0651	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 64. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 51.

Sub-tramo	IV	Intersección	51	PK	0+050
Curso	Intermitente		Coordenada	649542.86 m E	997054.20 m N

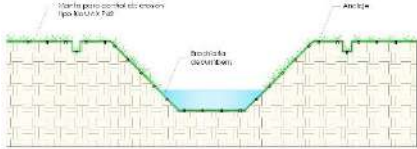
Situación actual	Solución
Sin obra	Colocación de tubería
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.10	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.242	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.2213	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0779	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.6994	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.1113	m
Espejo del Agua (T)	0.4499	m
Velocidad (v)	1.2837	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 65. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 52.

Sub-tramo	IV	Intersección	52	PK	0+100
Curso	Intermitente		Coordenada	649493.50 m E	997038.22 m N


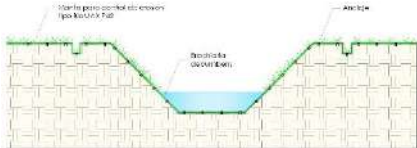
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
Sin evidencia fotográfica	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.11	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.191	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1710	m
Área hidráulica (Ah)	0.0977	m2
Espejo del Agua (T)	0.7421	m
Velocidad (v)	1.1259	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 66. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 53.


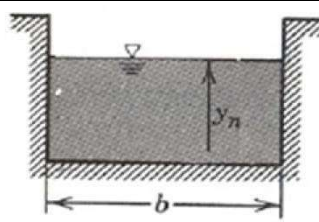
Sub-tramo	IV	Intersección	53	PK	0+225
Curso	Intermitente		Coordenada	649375.61 m E	997000.05 m N

Situación actual		Solución	
Sin obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.16	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.127	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.2115	m
Área hidráulica (Ah)	0.1294	m2
Espejo del Agua (T)	0.8231	m
Velocidad (v)	1.2365	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.


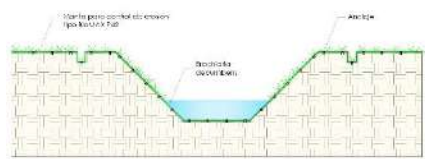
Tabla 67. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 54.

Sub-tramo	IV	Intersección	54	PK	0+305
Curso	Lago (Río La Estancia)		Coordenada	649326.71 m E	996942.15 m N
Situación actual				Solución	
Sin obra				Colocación de cajón pluvial	
					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			10.66	m^3/s	
Pendiente (S)			0.013	m/m	
Resultados					
Base del cajón (b)			1.330	m	
Altura del fluido (y)			0.665	m	
Área Hidráulica (Ah)			0.883	m2	
Espejo del Agua (T)			1.33	m	
Velocidad (v)			4.730	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 68. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 55.

Sub-tramo	IV	Intersección	55	PK	0+404
Curso	Intermitente		Coordenada	649313.03 m E	996847.32 m N


Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.03	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	0.4	grados
Pendiente (S)	0.124	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0778	m
Área hidráulica (Ah)	0.0372	m2
Espejo del Agua (T)	0.5556	m
Velocidad (v)	0.8065	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 69. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 56.

Sub-tramo	IV	Intersección	56	PK	0+625
Curso	Intermitente		Coordenada	649321.92 m E	996627.22 m N


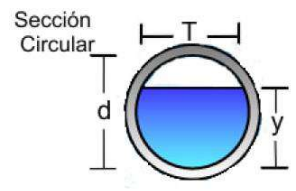
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.03	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.218	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.49	m
Altura del fluido (y)	0.0696	m
Área hidráulica (Ah)	0.0389	m2
Espejo del Agua (T)	0.6292	m
Velocidad (v)	0.7712	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 70. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 57.

Sub-tramo	IV	Intersección	57	PK	0+730
Curso	Intermitente		Coordenada	649300.97 m E	996519.65 m N


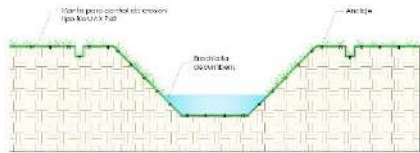
Situación actual		Solución	
Sin obra		Colocación de tubería	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.07	m^3/s
Diámetro (d)	0.45	m
Pendiente (S)	0.239	m/m
Resultados		
Tirante Crítico (y)	0.1836	m
Área Hidráulica (Ah)	0.0610	m2
Perímetro Mojado (Pm)	0.6237	m
Radio Hidráulico (Rh)	0.0978	m
Espejo del Agua (T)	0.4423	m
Velocidad (v)	1.1475	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 71. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 58.

Sub-tramo	IV	Intersección	58	PK	0+730
Curso	Intermitente		Coordenada	649279.50 m E	996458.14 m N


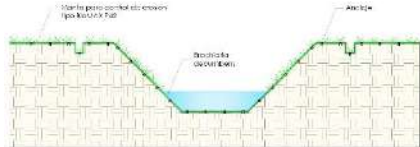
Situación actual		Solución	
Sin obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.05	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.274	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1075	m
Área hidráulica (Ah)	0.0546	m2
Espejo del Agua (T)	0.6151	m
Velocidad (v)	0.9158	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 72. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 59.

Sub-tramo	IV	Intersección	59	PK	0+830
Curso	Intermitente		Coordenada	649269.06 m E	996429.13 m N

Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.03	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.323	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0788	m
Área hidráulica (Ah)	0.0377	m2
Espejo del Agua (T)	0.5576	m
Velocidad (v)	0.7958	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.



Tabla 73. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 60.

Sub-tramo	IV	Intersección	60	PK	0+860
Curso	Intermitente		Coordenada	649260.17 m E	996404.48 m N


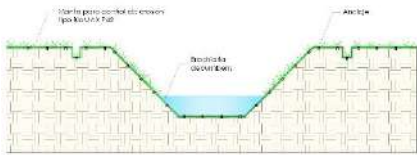
Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.03	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.300	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0787	m
Área hidráulica (Ah)	0.0377	m2
Espejo del Agua (T)	0.5573	m
Velocidad (v)	0.7958	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 74. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 61.


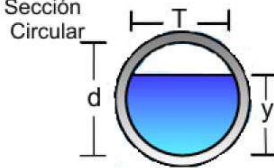
Sub-tramo	IV	Intersección	61	PK	0+880
Curso	Intermitente		Coordenada	649252.70 m E	996383.73 m N

Situación actual	Solución
Sin obra	Protección de canal superficial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.04	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.199	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0933	m
Area hidráulica (Ah)	0.0460	m2
Espejo del Agua (T)	0.5866	m
Velocidad (v)	0.8696	m/s


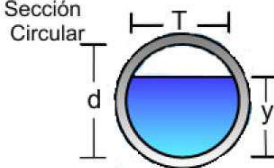
Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 75. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 62.

Sub-tramo	IV	Intersección	62	PK	0+900
Curso	Quebrada sin nombre		Coordenada	649246.42 m E	996366.30 m N
Situación actual				Solución	
Sin obra				Colocación de tubería	
					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			5.36	m^3/s	
Diámetro (d)			1.00	m	
Pendiente (S)			0.075	m/m	
Resultados					
Tirante Crítico (y)			0.69	m	
Área Hidráulica (Ah)			0.58	m2	
Perímetro Mojado (Pm)			1.96	m	
Espejo del Agua (T)			0.92	m	
Velocidad (v)			9.334	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.


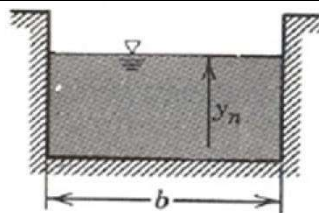
Tabla 76. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 63.

Sub-tramo	IV	Intersección	63	PK	0+955
Curso	Intermitente		Coordenada	649245.75 m E	996308.80 m N
Situación actual				Solución	
Sin obra				Colocación de tubería	
					
Comprobación hidráulica de la solución					
Parámetros			Valor	Unidad	
Datos de entrada					
Caudal (Q)			0.17	m^3/s	
Diámetro (d)			0.60	m	
Pendiente (S)			0.115	m/m	
Resultados					
Tirante Crítico (y)			0.12	m	
Área Hidráulica (Ah)			0.04	m2	
Perímetro Mojado (Pm)			0.55	m	
Espejo del Agua (T)			0.47	m	
Velocidad (v)			4.4526	m/s	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 77. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 64.

Sub-tramo	IV	Intersección	64	PK	1+135
Curso	Quebrada Conga o Cocolí	Coordenada		649246.89 m E	996134.89 m N


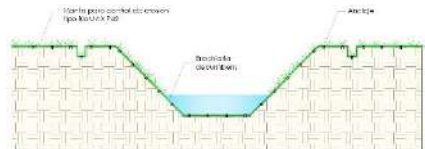
Situación actual	Solución
Sin obra	Colocación de cajón pluvial
	

Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	12.24	m^3/s
Pendiente (S)	0.073	m/m
Resultados		
Base del cajón (b)	4.00	m
Altura del fluido (y)	0.34	m
Área Hidráulica (Ah)	1.35	m2
Espejo del Agua (T)	4.00	m
Velocidad (v)	9.0505	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 78. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 65.

Sub-tramo	IV	Intersección	65	PK	1+206
Curso	Intermitente		Coordenada	649214.48 m E	996067.20 m N


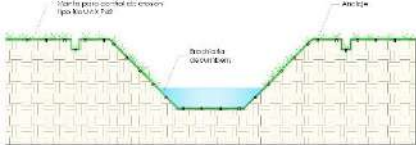
Situación actual		Solución	
Sin obra		Protección de canal superficial	
			

Comprobación hidráulica de la solución			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		0.06	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)		45	grados
Pendiente (S)		0.134	m/m
Resultados			
Base del canal (b)		0.40	m
Altura del fluido (y)		0.1191	m
Área hidráulica (Ah)		0.0618	m2
Espejo del Agua (T)		0.6382	m
Velocidad (v)		0.9709	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 79. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 66.


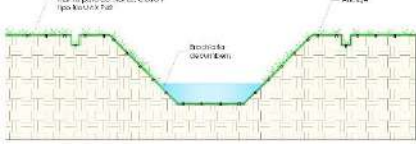
Sub-tramo	IV	Intersección	66	PK	1+241
Curso	Intermitente		Coordenada	649192.19 m E	996040.47 m N

Situación actual		Solución
Sin obra		Protección de canal superficial
		
Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.04	m <sup>3</sup> /s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.163	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0931	m
Área hidráulica (Ah)	0.0459	m <sup>2</sup>
Espejo del Agua (T)	0.5863	m
Velocidad (v)	0.8715	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 80. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 67.


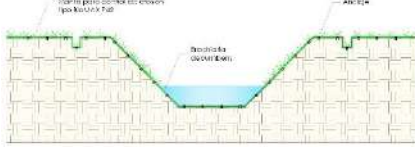
Sub-tramo	IV	Intersección	67	PK	1+500
Curso	Intermitente		Coordenada	649094.39 m E	995803.10 m N

Situación actual		Solución
Sin obra		Protección de canal superficial
		
Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.11	m <sup>3</sup> /s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.28	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.1720	m
Área hidráulica (Ah)	0.0984	m <sup>2</sup>
Espejo del Agua (T)	0.7441	m
Velocidad (v)	1.1179	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 81. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 68.


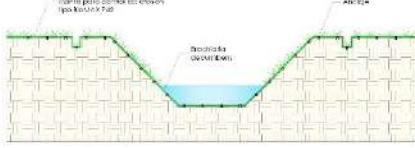
Sub-tramo	IV	Intersección	68	PK	1+567
Curso	Intermitente		Coordenada	649080.19 m E	995738.61 m N

Situación actual		Solución	
Sin obra		Protección de canal superficial	
			
Comprobación hidráulica de la solución			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		0.13	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)		45	grados
Pendiente (S)		0.274	m/m
Resultados			
Base del canal (b)		0.40	m
Altura del fluido (y)		0.1894	m
Área hidráulica (Ah)		0.1116	m2
Espejo del Agua (T)		0.7788	m
Velocidad (v)		1.1649	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 82. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 69.


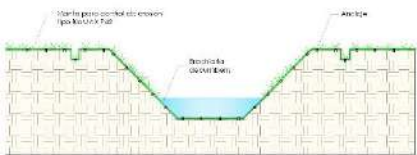
Sub-tramo	IV	Intersección	69	PK	1+619
Curso	Intermitente		Coordenada	649062.11 m E	995690.38 m N

Situación actual		Solución	
Sin obra		Protección de canal superficial	
			
Comprobación hidráulica de la solución			
Parámetros		Valor	Unidad
Datos de entrada			
Caudal (Q)		0.04	m^3/s
Inclinación de las paredes (k)		45	grados
Pendiente (S)		0.306	m/m
Resultados			
Base del canal (b)		0.40	m
Altura del fluido (y)		0.0940	m
Área hidráulica (Ah)		0.0465	m2
Espejo del Agua (T)		0.5881	m
Velocidad (v)		0.8602	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 83. Comprobación hidráulica de obra en cauce en intersección 70.

Sub-tramo	IV	Intersección	70	PK	1+677
Curso	Intermitente		Coordenada	649034.71 m E	995638.96 m N

Situación actual		Solución
Sin obra		Protección de canal superficial
		
Comprobación hidráulica de la solución		
Parámetros	Valor	Unidad
Datos de entrada		
Caudal (Q)	0.04	m <sup>3</sup> /s
Inclinación de las paredes (k)	45	grados
Pendiente (S)	0.252	m/m
Resultados		
Base del canal (b)	0.40	m
Altura del fluido (y)	0.0936	m
Área hidráulica (Ah)	0.0462	m <sup>2</sup>
Espejo del Agua (T)	0.5873	m
Velocidad (v)	0.8658	m/s

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Por último, se presentan a continuación los anexos correspondientes al presente informe, donde se destacan los mapas requeridos del área (localización, topografía y áreas de drenaje).



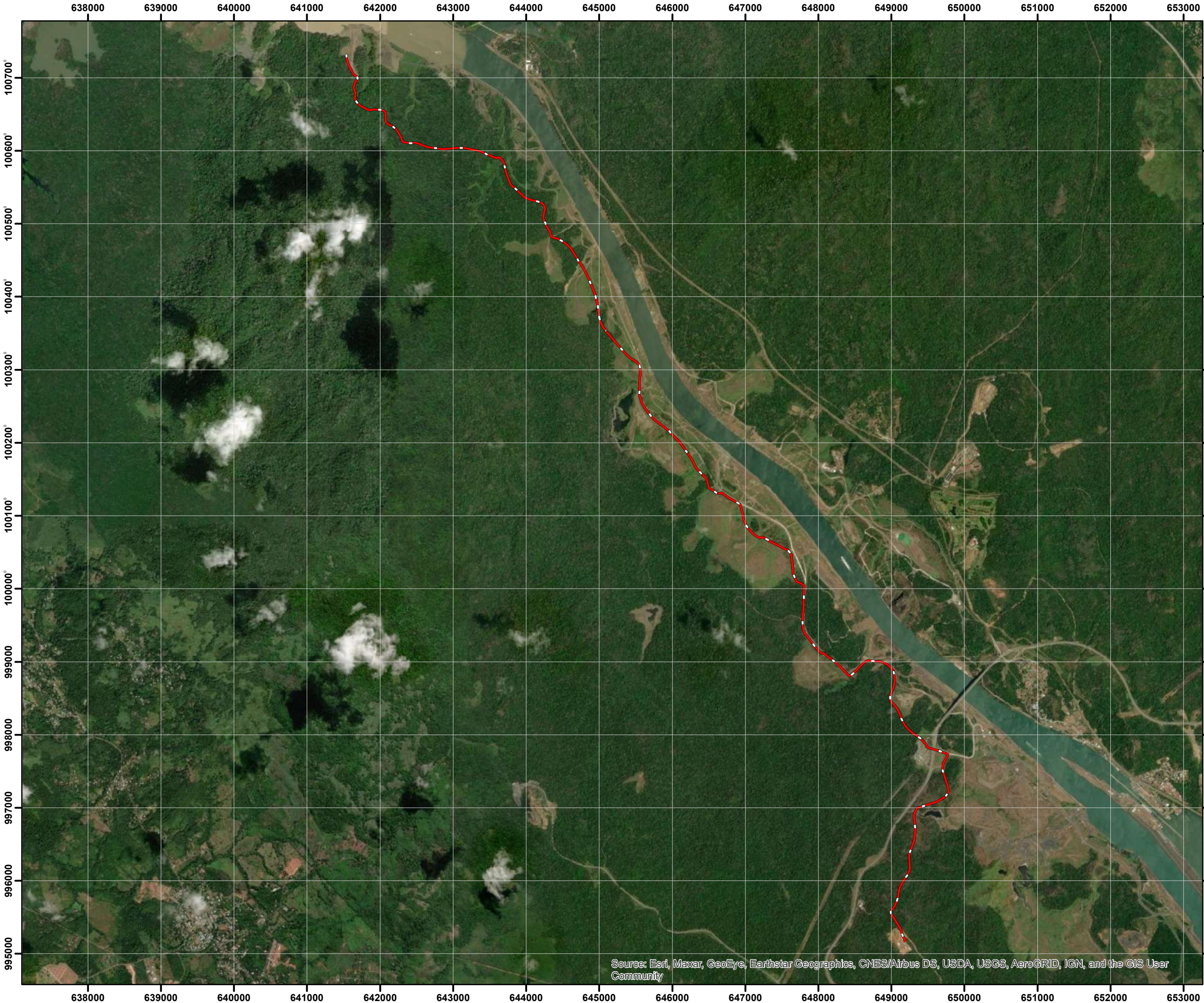
## 10. ANEXOS

Anexo 01: Mapa de Localización Regional del Proyecto, escala 1:50,000.

Anexo 02: Mapa Topográfico del Proyecto, escala 1:50,000.

Anexo 03: Mapa de Áreas de Drenaje, escala 1:50,000.





Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

**ANEXO 01: MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO**

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO "LÍNEA DE ADUCCIÓN DE LA PTAP ING. JOSÉ G- RODRÍGUEZ"


PROMOTOR:  
CONSORCIO ACCIONA PANAMÁ OESTE

**UBICACIÓN DEL PROYECTO**

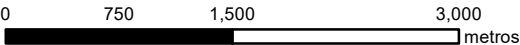


REPÚBLICA DE PANAMÁ  
PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE  
DISTRITO DE ARRAJÁN  
CORREGIMIENTO DE ARRAJÁN CABECERA

**LEYENDA:**

 Línea de Aducción

**ESCALA 1:50,000 m**



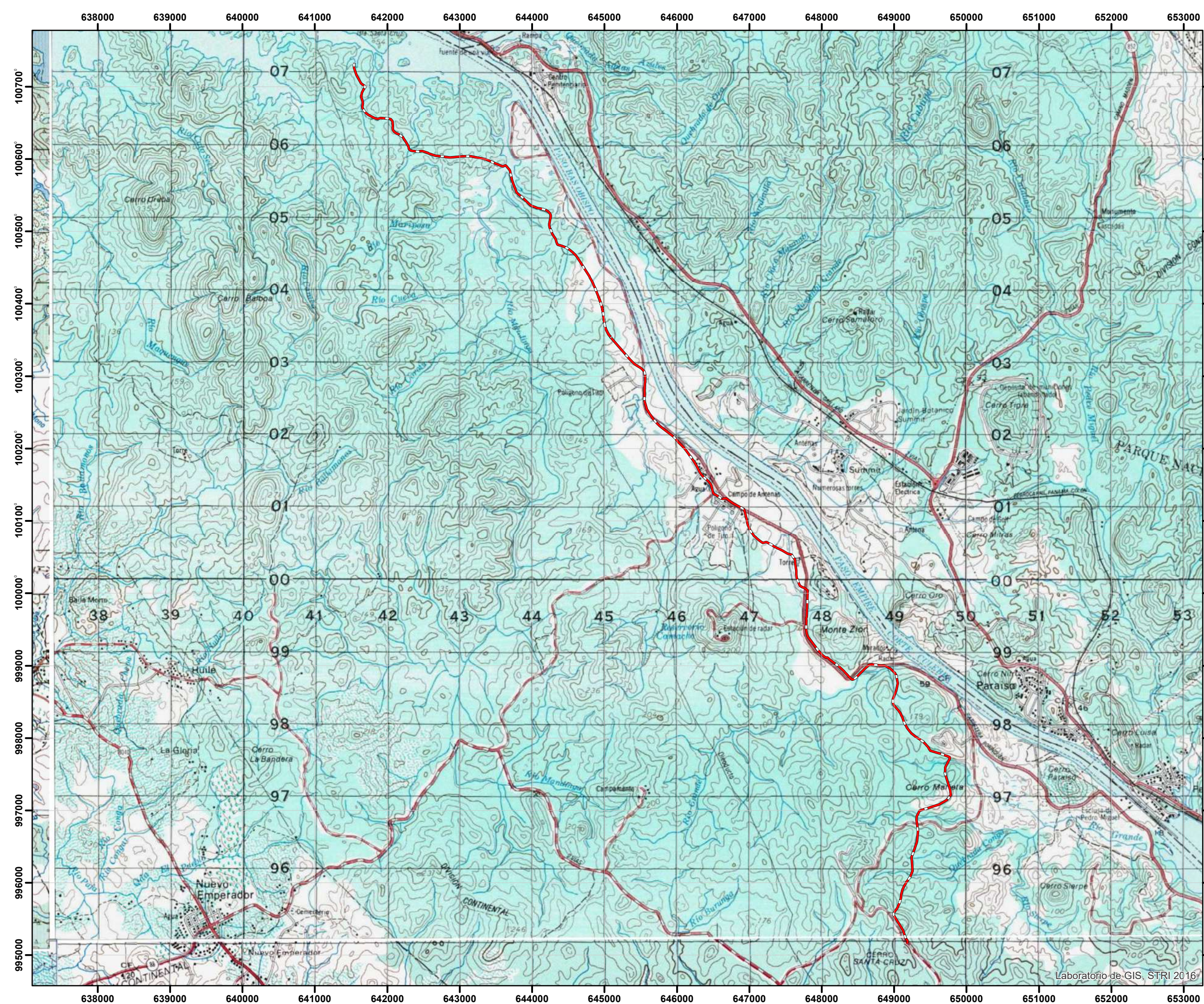
Sistema de Referencia Espacial:  
DATUM WGS-84

Proyección Universal Transversal  
de Mercator (UTM)

Fuente: Equipo consultor (2021)







## ANEXO 02: MAPA TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO E  
HIDRÁULICO "LÍNEA DE ADUCCIÓN DE  
LA PTAP ING. JOSÉ G- RODRÍGUEZ"







PROMOTOR:  
CONSORCIO ACCIONA PANAMÁ OESTE

## UBICACIÓN DEL PROYECTO

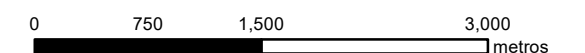


REPÚBLICA DE PANAMÁ  
PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE  
DISTRITO DE ARRAIJÁN  
CORREGIMIENTO DE ARRAIJÁN CABECERA

**LEYENDA:**

-  Línea de Aducción
-  Cursos de agua
-  Vegetación
-  Curvas de nivel
-  Vialidad
-  Estructuras

**ESCALA 1:50,000 m**



Sistema de Referencia Espacial:  
DATUM WGS-84

Proyección Universal Transversal  
de Mercator (UTM)

Fuente: Equipo consultor (2021)





ANEXO 03: ÁREAS DE DRENAJE DE CURSOS INTERCEPTADOS

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO "LÍNEA DE ADUCCIÓN DE LA PTAP ING. JOSÉ G- RODRÍGUEZ"

PROMOTOR:  
CONSORCIO ACCIONA PANAMÁ OESTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO



REPÚBLICA DE PANAMÁ  
PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE  
DISTRITO DE ARRAJÁN  
CORREGIMIENTO DE ARRAJÁN CABECERA

LEYENDA:

- Intersecciones cursos afectados
- Intersecciones cursos no afectados
- Línea de Aducción
- ▭ División de cuencas hidrográficas
- Ríos secundarios
- Ríos terciarios
- Quebradas principales
- Quebradas secundarias
- Intermitentes
- Áreas de drenaje

ESCALA 1:50,000 m

0 750 1,500 3,000 metros

Sistema de Referencia Espacial:  
DATUM WGS-84

Proyección Universal Transversal  
de Mercator (UTM)

Fuente: Equipo consultor (2021)



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community