

B. ESTUDIOS TÉCNICOS

- Estudios Hidrológicos
 - Río Salud
 - Río Zambo
 - Tramo 1 Gatún – Batería 35
 - Tramo 2 Batería 35 – Río Indio
 - Tramo 3 Río Indio – Miguel de la Borda y ramales
- Estudio de Suelos
- Prospección Arqueológica



Diseño y Construcción para la Rehabilitación de la Carretera Gatún – Miguel de la Borda

P1-ME-01-001 ESTUDIO HIDROLÓGICO- HIDRÁULICO

PUENTE SOBRE EL RÍO SALUD

Versión:

P1-ME-01_ESTUDIO HIDROLÓGICO- HIDRÁULICO_001

Fecha:

30 de noviembre de 2020

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



REPÚBLICA DE PANAMÁ

GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

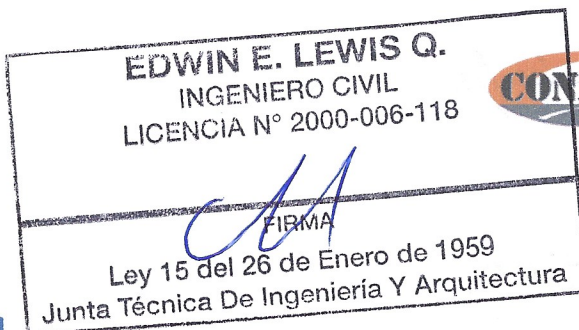
Índice.

1	INTRODUCCION	1
2	NORMATIVA APLICADA	1
3	DETERMINACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO	2
3.1	Método de Lavalin	2
3.2	Método Racional de Crecidas	6
3.3	Determinación del Área de Drenaje	8
3.4	Caudal de Diseño	9
4	ESTUDIO HIDROLÓGICO	10
4.1	Introducción	10
4.2	Simulación con el Software HEC-RAS	10
4.3	Resultado del Cálculo	22

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



1 INTRODUCCION

El presente documento es el resultado del Estudio Hidrológico para la ejecución del puente sobre el río Salud en la estación aproximada 42k+080.

El estudio tiene como objetivo general estimar las condiciones hidrológicas que deberán ser tomada en cuenta en el diseño para así proveer de un correcto funcionamiento.

2 NORMATIVA APLICADA

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del drenaje del camino:

- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2003).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2002).
- Hydraulic Design of Highway Culverts (FHWA-NHI-01-020), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2005).
- Urban Drainage Design Manual (FHWA-NHI-10-009), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2009).

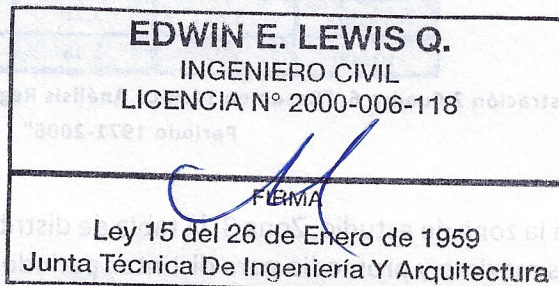
3 DETERMINACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO

El método de cálculo para el dimensionamiento hidráulico depende de las dimensiones de las cuencas aportantes. Como puede verse más adelante, en este caso, la cuenca de estudio del río Salud tiene dimensiones para áreas superiores a 250 Ha, el caudal máximo instantáneo será estimado por el método de Lavalin, usando la metodología desarrollada por el IRHE "Análisis Regional de Crecidas Máximas", elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008. Para áreas menor a 250 Ha, el caudal máximo será estimado por el método racional de crecidas.

3.1 Método de Lavalin

Para la determinación de la crecida máxima que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se determina el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés en Km².
- De acuerdo con la localización geográfica del recurso a analizar, se determina la zona a la que pertenece según la Región Hidrológicamente Homógena (ETESA). Ver mapa de Regiones Hidrológicamente Homógeneas.
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones elaboradas por ETESA para este fin, en función de la Zona establecida. Ver ilustración 1.





EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118
[Firma]
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



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

Ilustración 1 Cuadro 7, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Período 1971-2006"

- Se calcula el caudal máximo instantáneo para el periodo de retorno requerido, multiplicando el caudal antes obtenido por uno de los siguientes factores en función del sitio de estudio.

Factores $Q_{\max}/Q_{\text{prom. max}}$ 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

Ilustración 2 Cuadro 6, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Período 1971-2006"

Para la zona de estudio, Zona 3, la tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Fórmula 2.



Para el cálculo del caudal promedio se aplica la Ecuación 2, dada por la siguiente expresión:

$$Q = 25x A^{0.59}$$

Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km².

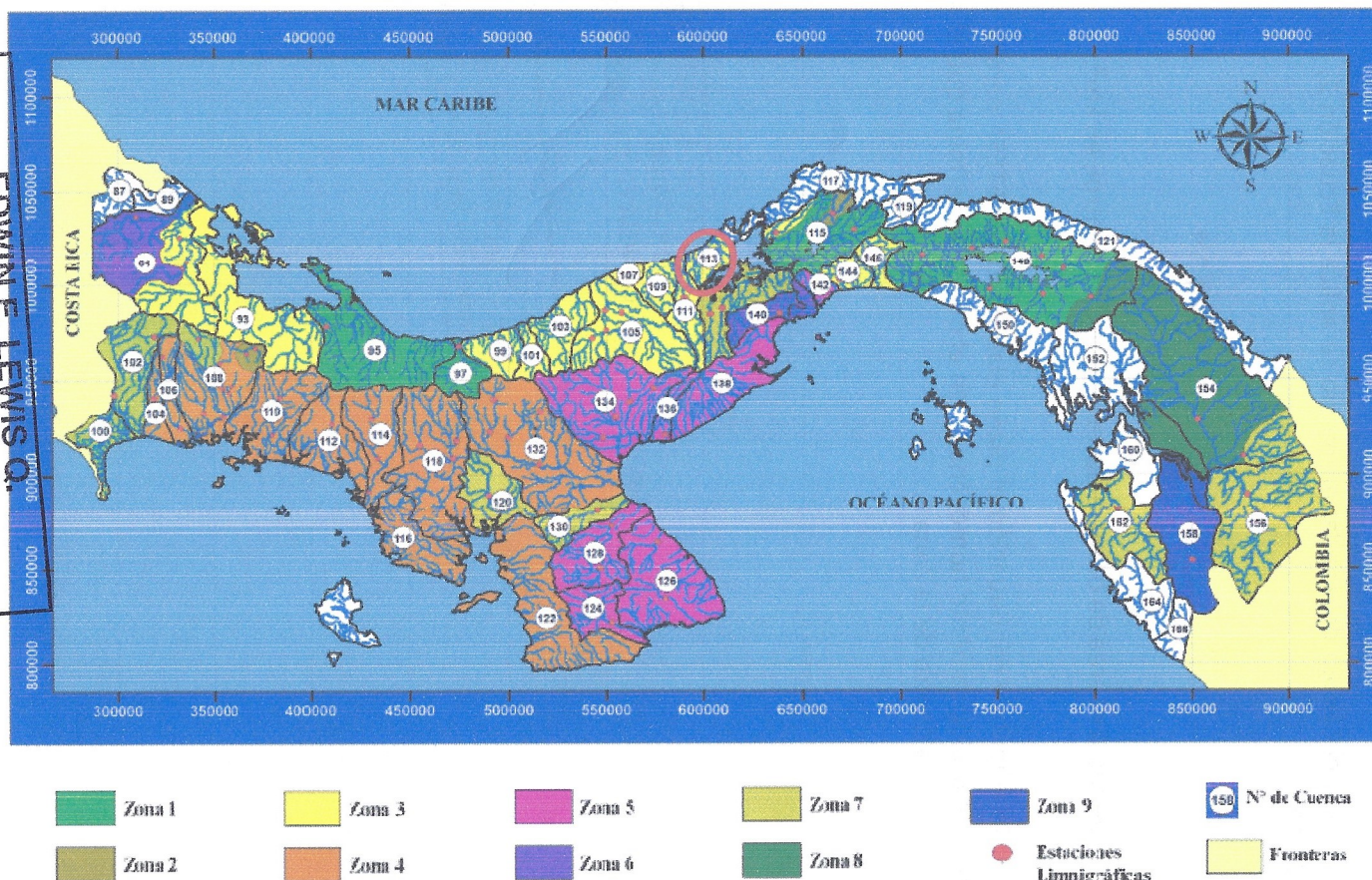
Se adjunta a continuación el plano elaborado por ETESA para la determinación de las áreas hidrológicamente homogéneas, en el que se determina que el área del Proyecto queda incluida dentro de la Zona 3.





República de Panamá
Regiones Hidrológicamente Homogéneas

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura
 F.R.M.A.
EDWIN E. LEWIS A.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118



3.2 Método Racional de Crecidas

El caudal de estas cuencas menores a 250 Ha ha sido determinado mediante la aplicación de la ecuación correspondiente al método racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Siendo:

- Q: caudal punta de cálculo (m³/s)
- I: máxima intensidad media correspondiente a un periodo de retorno considerado y en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/h.
- A: área de la cuenca (Km²).
- C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.

EDWIN E. LEWIS Q. INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Coeficiente escorrentía

El coeficiente de escorrentía (c) define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad (I).

En el caso del proyecto se utilizará un valor de C = 0.85, correspondiente para áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento.

Intensidad

Se utilizará la formulación para intensidad recogida en el estudio con nombre "Diseño del Sistema Pluvial de la Ciudad de Colón", elaborado para el Ministerio de Obras Públicas en 1981.



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, 20, 25, 30 y 50 años. Se presentan a continuación las que aplicarán al proyecto:

Periodo de retorno 20 años:

$$i = \frac{13.346}{TC + 64.3}$$

Periodo de retorno 50 años:

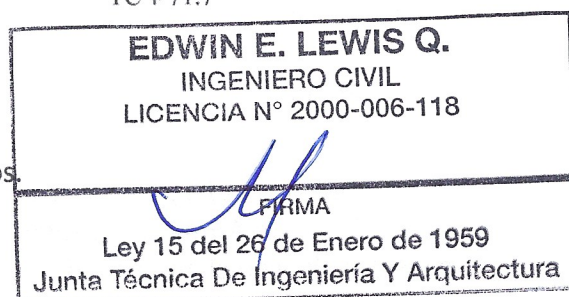
$$i = \frac{15.508}{TC + 71.7}$$

En donde:

i = Intensidad de lluvia en pulg./hora.

TC = Tiempo de concentración en minutos.

Periodo de retorno



El período de retorno a utilizar dependerá del tipo de estructura a diseñar. Para el diseño del drenaje serán usados los criterios siguientes:

- 1:20 años para alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos de sistema pluviales, zanjas.
- 1:50 años para cajones pluviales y cauces de ríos y quebradas.
- 1:100 años para puentes.

Para este caso en estudio se utilizará el periodo de retorno de 100 años.

Tiempo de concentración

Se define tiempo de concentración (T_c) como el tiempo necesario para que el agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca llegue a dicha sección.

La duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración.

Una vez representadas las cuencas y deducidas las características físicas de las mismas, la expresión a utilizar es la desarrollada por Kirpich:

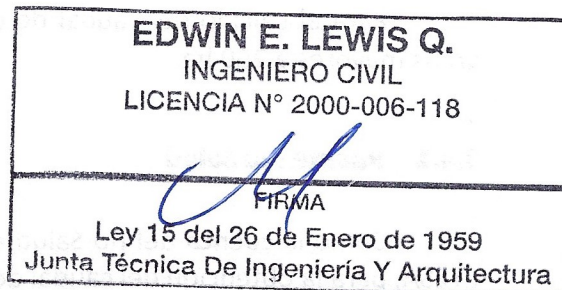
$$T_c = 0,02 \times L^{0,77} \times S_o^{-0,385}$$

Donde

T_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud del cauce principal (m)

S_o = Pendiente del cauce principal (m/m)



3.3 Determinación del Área de Drenaje

Para la obtención del caudal de aportación de los puentes vehiculares de la Carretera Gatún-Miguel de la Borda, se seguirá lo establecido en las normativas estatales de Panamá.

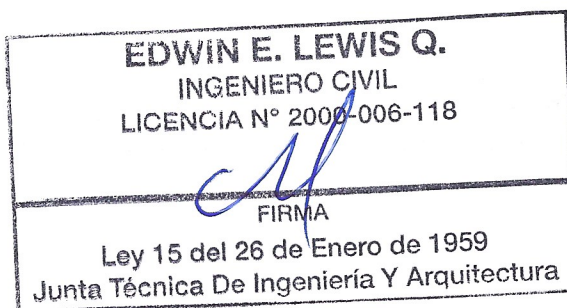
Se ha delimitado las cuencas asociadas a la ubicación a la estructura, obteniendo el área total de aportación, así como la longitud, cota alta y baja correspondiente al cauce principal.

Para este caso se han calculado dos cuencas de drenaje, dichas cuencas se encuentran localizadas en la vertiente del caribe, en la provincia de Colón.

El área total de estas cuencas y sus características se resumen en la tabla siguiente:

RÍO	SUPERFICIE (Ha)	COTA ALTA (msm)	COTA BAJA (msm)	LONGITUD CAUCE (m)
SALUD	6,705.16	162.00	2.00	22,430.01

En el apéndice 1 se muestra el plano de cuencas, para el puente vehicular sobre el Rio Salud.



3.4 Caudal de Diseño

Para el cálculo del caudal de diseño se ha utilizado la metodología de ETESA con áreas mayores a 250 ha.

3.4.1 Puente Río Salud

Como la cuenca del río Salud es mayor a 250 ha se ha utilizado la metodología de ETESA, para la obtención del caudal de diseño.

La cuenca del río Salud se encuentra en la cuenca 113, dentro de la zona de estudio 3 según el mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas.

Para el cálculo del caudal promedio máximo se ha utilizado la ecuación dos, que pertenece a la zona tres en estudio. Ver ilustración 1.

$$Q = 25 \times A^{0.59}$$

Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km².

La tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Tabla 1, donde se ha utilizado el factor de 2.68 perteneciente a un periodo de retorno de 1:100 años, dando como resultado un caudal máximo instantáneo resumido en la tabla siguiente:

Río de Estudio	Estructura	Periodo de Retorno (años)	Superficie (km ²)	Caudal Promedio máximo (m ³ /s)	Factor de distribución	Caudal máximo instantáneo (m ³ /s)
Salud	Puente	100	67.05	298.90	2.68	801.04

4 ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1 Introducción

El Estudio se basa en la aplicación de un modelo de simulación en el que los cálculos se han realizado en régimen estacionario para el caudal de avenida, obtenido en el Estudio Hidrológico previo. A partir de ese punto, se determina la altura de la lámina de agua en el puente proyectado. Esta determinación se realiza mediante la simulación hidráulica con la versión 4.1.0 del programa informático HEC-RAS del Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.

4.2 Simulación con el Software HEC-RAS

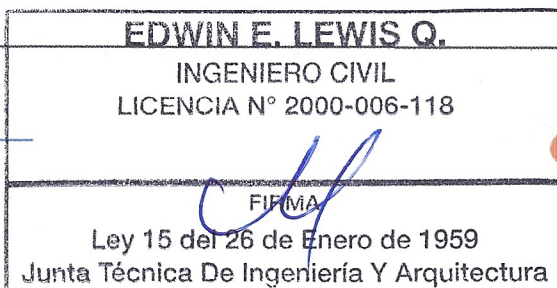
El presente estudio abarca los siguientes aspectos generales:

- Comprobación de la capacidad hidráulica del puente a proyectar en la ruta.
- Recomendaciones de adecuación del cauce en el caso de que sea comprobada falta de capacidad hidráulica de la estructura.
- Definición de los parámetros y dimensiones para el diseño y la construcción del puente.

4.2.1 Bases para el Modelo

Estados Unidos HEC-RAS 4.1.0 (River Analysis System) para la comprobación del modelo hidráulico.

Dicho modelo resuelve la ecuación de la energía de modo iterativo en cada una de las secciones propuestas e interpola los resultados a lo largo de todo el perfil suministrado. Introduce la energía expresándola en términos unidimensionales y suponiendo unas



pérdidas de carga que se contabilizan según la ecuación de Manning. Además de esto considera una serie de hipótesis:

- Los valores de las variables no dependen del tiempo, es decir, considera el flujo estacionario.
- Se supone una distribución hidrostática de la presión. Esto se traduce en que la curvatura de las líneas de corriente es despreciable, el flujo es gradualmente variado.
- La altura de la energía es igual para todos los puntos de cada sección. Se considera el flujo unidimensional con lo que se distribuye horizontalmente dicho flujo entre el cauce y la llanura de inundación por ambas márgenes.
- La pendiente del cauce ha de ser menor del 10% para poder considerar que la altura de presión se mida verticalmente y coincida con la altura de la lámina de agua.
- Entre dos secciones transversales la pendiente de la línea de energía es constante.
- Se considera un lecho fijo para el cauce.

El programa permite contemplar las diferencias existentes entre cauce y llanura de inundación (ambas márgenes), no sólo en cuanto a rugosidades o coeficientes de rozamiento sino también en cuanto a distribución horizontal de las velocidades.

Como se ha mencionado anteriormente el cálculo se realiza a través de la resolución, de manera iterativa de la ecuación de la energía. Para la estimación de la rugosidad del cauce, que causará pérdidas por rozamiento, se usa la conocida fórmula de Manning.

El análisis hidráulico contempla la determinación del nivel máximo que alcanzaría la crecida de diseño extraordinaria, con periodo de recurrencia de 100 años para una hipótesis de flujo.



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

- Hipótesis 1: Sección hidráulica en la situación con estructuras proyectadas.

4.2.2 Topografía y Distribución de los Perfiles

Para la realización del presente Estudio Hidráulico y posterior introducción de datos en el software HEC-RAS, se ha utilizado cartografía de la zona del cauce que se va a estudiar. Dada la importancia de la representación topográfica para que el modelo de simulación se ajuste fielmente a la realidad y se pronostique un suceso futuro, se ha realizado un levantamiento topográfico del terreno con la amplitud y nivel de detalle requerido en el Pliego del Proyecto para este tipo de estudios.

Tomando como base dicha cartografía, se ha definido un eje longitudinal sobre el cauce, representativo de la dirección principal de la corriente, y sobre dicho eje se han dispuesto de forma perpendicular secciones transversales cada 10 metros máximo con una anchura suficiente a cada lado del curso fluvial y hasta una distancia mínima de 100 m aguas arriba y 100 m aguas debajo de la obra de drenaje transversal.

Para dichas secciones transversales se han estudiado las secciones hidráulicas, actuales y proyectadas, bajo la hipótesis de flujo descrita anteriormente. Las secciones hidráulicas se han calculado de acuerdo con los parámetros que se indicarán y se han definido como las áreas comprendidas entre el nivel de agua y el fondo del cauce, incluyendo los taludes.

En el **Apéndice 2** se presentan los perfiles transversales del cauce y las secciones obtenidas en campo en donde se situará la estructura.

4.2.3 Simulación de Obstáculos

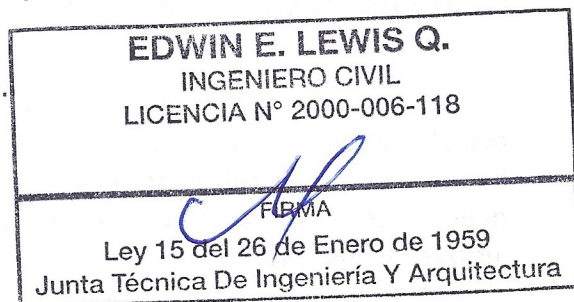
Los obstáculos que actualmente aparecen y que se considerarán en la hipótesis de cálculo son los estribos del puente.

El programa HEC-RAS considera las pérdidas de carga o energía ocasionadas por el encuentro de obstáculos en el camino del flujo. Esta simulación se efectúa en tres etapas:

- Pérdidas de energía antes de pasar el obstáculo, inmediatamente aguas arriba, que es en donde el flujo experimenta una contracción para poder atravesarlo.
- Pérdidas de energía debidas al obstáculo.
- Pérdidas de energía una vez pasado el obstáculo, inmediatamente aguas abajo, que es en donde el flujo se expande.

Cuando se produce el choque de las rebanadas que conforman el flujo de agua, bien con otras que circulen en otra dirección o bien con obstáculos, se produce un cambio en la velocidad del flujo y esa energía, que justo antes del choque es cinética, se transforma en potencial, con lo que se produce una subida de la lámina de agua. Este fenómeno es la base del cálculo y la valoración de los cambios en el flujo. El programa tiene en cuenta los tres factores principales que la constricción provoca al flujo:

- La geometría de la sección del cauce.
- La capacidad de descarga.
- El estado del flujo.



Para el estudio del modelo con HEC-RAS, el programa requiere como mínimo la introducción de cuatro perfiles para cada estructura, además de las establecidas según equidistancias.

- Un primer perfil aguas abajo de la estructura, lo suficientemente alejado como para que el flujo no se afecte.
- Un segundo perfil situado inmediatamente aguas abajo de la estructura en donde si se contempla la afección de los obstáculos al flujo.

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

- Un tercer perfil situado inmediatamente aguas arriba de la estructura. La distancia entre el perfil y la estructura se toma pequeña para que quede reflejada la aceleración brusca y la contracción del flujo justo en la entrada del paso.
- Un cuarto perfil que funciona en el mismo sentido que el primero donde las líneas de flujo se pueden considerar paralelas y la capacidad útil del perfil es completa.

Para conocer la geometría interna en la estructura, el programa utiliza los perfiles segundo y tercero e interpreta por interpolación la disposición de la estructura, incluso de las áreas que no contribuyen al flujo, como pueden ser estribos de los puentes, además del propio tablero, en el caso de que el flujo superara el gálibo libre.

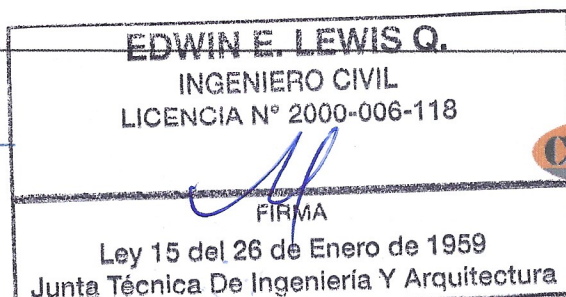
Los elementos que se han considerado en este caso para modelizar las estructuras (existente y proyectada) han sido:

- Tableros: definidos en las secciones correspondientes, siempre de izquierda a derecha, por:
 - sus distancias al eje del cauce.
 - cota superior arriba y aguas abajo.
 - cota inferior, aguas arriba y aguas abajo.
- Estribos: para terminar de definir las áreas que no computan a efectos de flujo y que completan el estrechamiento que se produce al paso del cauce a través de un puente.

4.2.4 Coeficientes de Rozamiento Adoptados

Para el cálculo de las pérdidas por rozamiento se ha empleado la fórmula de Manning y su correspondiente coeficiente de rugosidad, como se ha mencionado al

ininfra



principio de este estudio. Hay que recordar que el programa permite definir diferentes rugosidades según se trate del cauce propiamente dicho, o bien, se produzca la inundación de márgenes.

La ecuación de Manning es resultado del proceso de un ajuste de curvas, y por tanto es completamente empírica en su naturaleza. Debido a su simplicidad de forma, y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula de Manning es la más usada de todas las fórmulas de flujo uniforme para cálculos de escurrimiento en canal abierto.

La ecuación viene dada y expresada en unidades métricas como:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Siendo n el coeficiente de rugosidad de Manning.

En la aplicación de la fórmula de Manning, la mayor dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad n , pues no hay un método exacto de seleccionar dicho valor. Para establecer el coeficiente de rugosidad n se han evaluado tablas extraídas de manuales básicos de hidráulica, y una serie de fotografías del cauce y de su llanura de inundación, tras inspección visual in situ, en campo.

Este criterio está avalado por varios autores. Según **Vente Chow** en su obra "*Hidráulica en canales abiertos*", algunos de los métodos para la determinación del coeficiente n , pueden desarrollarse con este enfoque, consultando tablas de valores típicos de n para varios tipos de canales, o examinando y comparando el canal en estudio con la apariencia de ciertos canales típicos cuyos coeficientes de rugosidad sean conocidos.

El valor del coeficiente de Manning no depende sólo de la rugosidad del cauce, sino de múltiples factores como la vegetación, la irregularidad y alineamiento del canal, los niveles de erosión y sedimentación, las obstrucciones presentes en el cauce, el nivel del río y su caudal, o la carga del lecho.

Dentro de las actividades que se desarrollarán durante la ejecución de las nuevas estructuras, se encuentra la limpieza y conformación de cauces. Ésta se realizará en las áreas

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
 FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1950
 Ley 15 del 26 de Enero de 1950
 Ley 15 del 26 de Enero de 1950



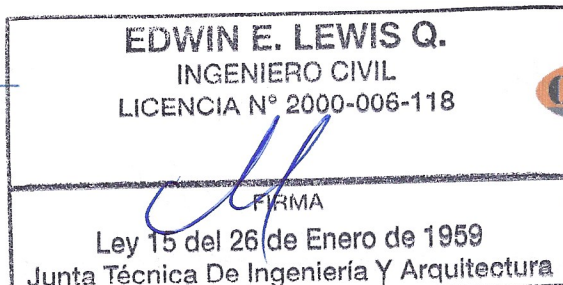
próximas a la ubicación de cada obra de drenaje, al menos en 10 metros aguas arriba y 10 metros aguas abajo de las secciones en donde se sitúan. Ello implica la remoción de los desechos arrastrados por las corrientes de los ríos o quebradas, tales como restos de árboles, sedimentos, herbazales y todo tipo de piedras que reduzcan la sección hidráulica del cauce. Igualmente, deberán removerse aquellos árboles nacidos dentro de los cauces, o próximos al sistema estructural de estribos de la estructura.

Teniendo en cuenta que la vegetación acuática es uno de los factores de rugosidad dominantes, así como los residuos leñosos y otro tipo de obstrucciones, se puede concluir que las actividades de limpieza, conformación y/o posible rectificación de los cauces reducirán notablemente la rugosidad total de los tramos objeto de este Estudio.

Otro factor para considerar es que, si bien la vegetación ribereña aumenta la rugosidad total durante las inundaciones, este efecto es significativo en canales pequeños y, en una escala más amplia, en ríos confinados en valles estrechos, en los que aumenta la resistencia del flujo, al no poder migrar lateralmente. En cambio, en cauces anchos el efecto es menos relevante.

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas, los valores finalmente adoptados para el coeficiente de Manning, han sido tomados de la siguiente fuente: **S.M. Woodward and C. J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels"**.

Elementos de drenaje	Coeficiente Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa.	0.020-0.025
En tierra ordinaria, superficie irregular.	0.025-0.035
En tierra con ligera vegetación.	0.035-0.045
En tierra con vegetación espesa.	0.040-0.050
En tierra excavada mecánicamente.	0.028-0.033
En roca, superficie uniforme y lisa.	0.030-0.035
En roca, superficie con aristas e irregularidades.	0.035-0.045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón.	0.013-0.017
Hormigón revestido con gunita.	0.016-0.022
Encachado.	0.020-0.030
Paredes de hormigón, fondo de grava.	0.017-0.020



Paredes encachadas, fondo de grava.	0.023-0.033
Revestimiento bituminoso.	0.013-0.016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente.	0.027-0.033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación.	0.033-0.040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia.	0.035-0.050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados.	0.060-0.080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa.	0.100-0.200
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña.	0.050-0.080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario.	0.030-0.200

Fuente: S.M. Woodward and C.J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels"

Arroyos de montaña, sin vegetación en el canal, orillas generalmente empinadas, con maleza y árboles sumergidos en las márgenes.	Coefficiente Manning
Fondo: Gravas, guijarros y algunos cantos rodados.	0.030 – 0.040 – 0.050
Fondo: Guijarros y grandes cantos rodados.	0.040 – 0.050 – 0.070

Fuente: "HEC-RAS v4.1 Reference Manual "

Los coeficientes establecidos para los cauces en estudio se encuentran dentro de los intervalos marcados, en función de las características de los tramos considerados. Se ha tomado el valor de 0.030 como referencias para cauce limpio según los tramos.

Para las llanuras de inundación, considerando el efecto retardante de la vegetación sobre el flujo y un moderado efecto por posibles obstrucciones sobre el cauce, se establece un coeficiente igual a 0.063.

Así pues, los coeficientes de Manning aplicados en el cálculo se reflejan en el siguiente cuadro:

Sección	Coeficiente Manning
Cauce ordinario en tramo limpio, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación.	0.04
Llanuras de inundación.	0.063

4.2.5 Datos de Entrada al Modelo

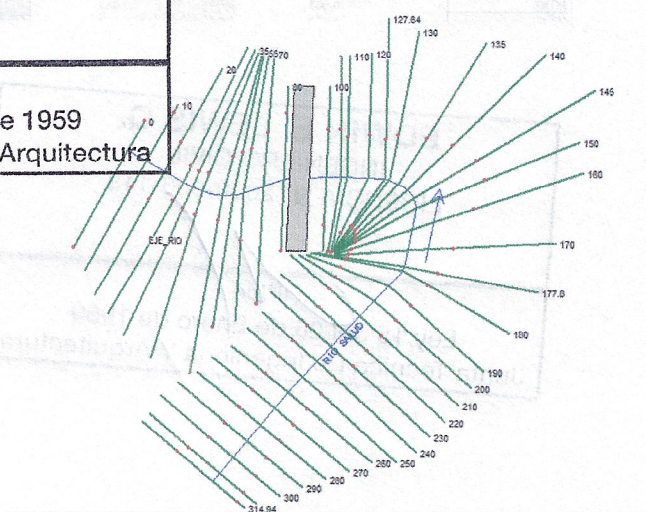
Geometría: La geometría empleada consta de 39 secciones que incluyen perfiles transversales del cauce y de las riberas de inundación y las secciones detalladas de la estructura a proyectar en el cauce. La longitud total estudiada es de 314 metros. Ver apéndice 2.

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Ilustración 3. Vista Planta



Coeficientes de rugosidad: En la tabla se insertan los valores definidos del coeficiente de Manning n1 y n3 que corresponden a llanuras de inundación y n2 al cauce propiamente dicho.

Ilustración 4. Coeficientes de Rugosidad

Edit Manning's n or k Values

River: RIO SALUD ☐ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: EJE_RIO ☐ All Regions

Selected Area Edit Options

Add Constant ... Multiply Factor ... Set Values ... Replace ... Reduce to L Ch R ...

River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
1 314.94	n	0.063	0.04	0.063
2 310	n	0.063	0.04	0.063
3 300	n	0.063	0.04	0.063
4 290	n	0.063	0.04	0.063
5 280	n	0.063	0.04	0.063
6 270	n	0.063	0.04	0.063
7 260	n	0.063	0.04	0.063
8 250	n	0.063	0.04	0.063
9 240	n	0.063	0.04	0.063
10 230	n	0.063	0.04	0.063
11 220	n	0.063	0.04	0.063
12 210	n	0.063	0.04	0.063
13 200	n	0.063	0.04	0.063
14 190	n	0.063	0.04	0.063
15 180	n	0.063	0.04	0.063
16 177.8	n	0.063	0.04	0.063
17 170	n	0.063	0.04	0.063
18 160	n	0.063	0.04	0.063
19 150	n	0.063	0.04	0.063
20 145	n	0.063	0.04	0.063
21 140	n	0.063	0.04	0.063
22 135	n	0.063	0.04	0.063
23 130	n	0.063	0.04	0.063
24 127.64	n	0.063	0.04	0.063
25 120	n	0.063	0.04	0.063
26 110	n	0.063	0.04	0.063
27 107.07	n	0.063	0.04	0.063
28 100	n	0.063	0.04	0.063
29 87.25	Bridge			
30 80	n	0.063	0.04	0.063
31 70	n	0.063	0.04	0.063
32 60	n	0.063	0.04	0.063
33 55	n	0.063	0.04	0.063
34 50	n	0.063	0.04	0.063

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
 FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Caudal de diseño: se evalúa el efecto producido por el caudal para un periodo de retorno de 100 años, obtenido en el Estudio Hidrológico previo.

Ilustración 5. Caudal de Diseño

River	Reach	RS	PF 1
1 RIO SALUD	EJE RIO	314.94	801
2 RIO SALUD	EJE RIO	10	801
3 RIO SALUD	EJE RIO	0	801

Para pendientes pequeñas, se asimilan a las pendientes del fondo del cauce, reflejadas en la tabla siguiente aguas arriba y aguas abajo.

Ilustración 6. Condiciones de Contorno

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
RIO SALUD	EJE RIO	all	Normal Depth S = 0.003	Known WS

Flow (m3/s)	Known WS El (m)
1 801	0.169

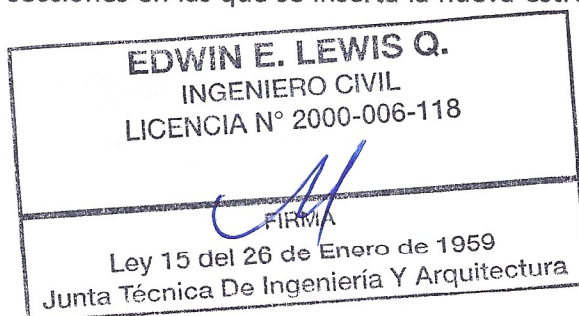
Se muestran a continuación fotografía de la zona que indican la situación actual del puente y el cauce propiamente dicho.



Ilustración 7. Estado Actual Puente sobre Río Salud 42k+080

4.2.6 Limpieza y Conformación

Para mejorar el funcionamiento hidráulico de la obra de drenaje y según las recomendaciones de pliego se realizará una limpieza del cauce 50 metros aguas arriba y 50 m aguas abajo de la obra, realizando una transición en la unión con el cauce natural sin tratar. Así, para la simulación de la avenida extraordinaria en la situación de proyecto se van a considerar condiciones de rugosidad asimiladas a cauce limpio y sin obstrucciones para el tramo correspondiente a las secciones en las que se inserta la nueva estructura, así como en las tratadas con limpieza.



4.3 Resultado del Cálculo

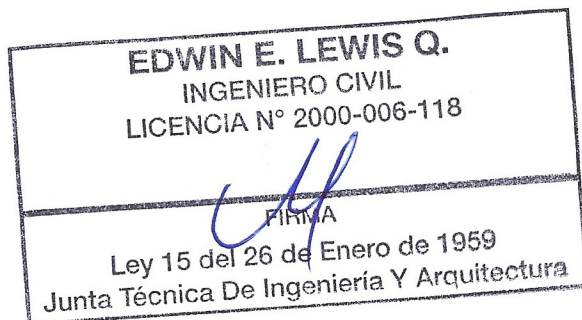
Los resultados numéricos obtenidos para la hipótesis de flujo estudiada, así como las secciones transversales y perfiles longitudinales para el cauce, se recogen en el apéndice 2, al final de este documento.

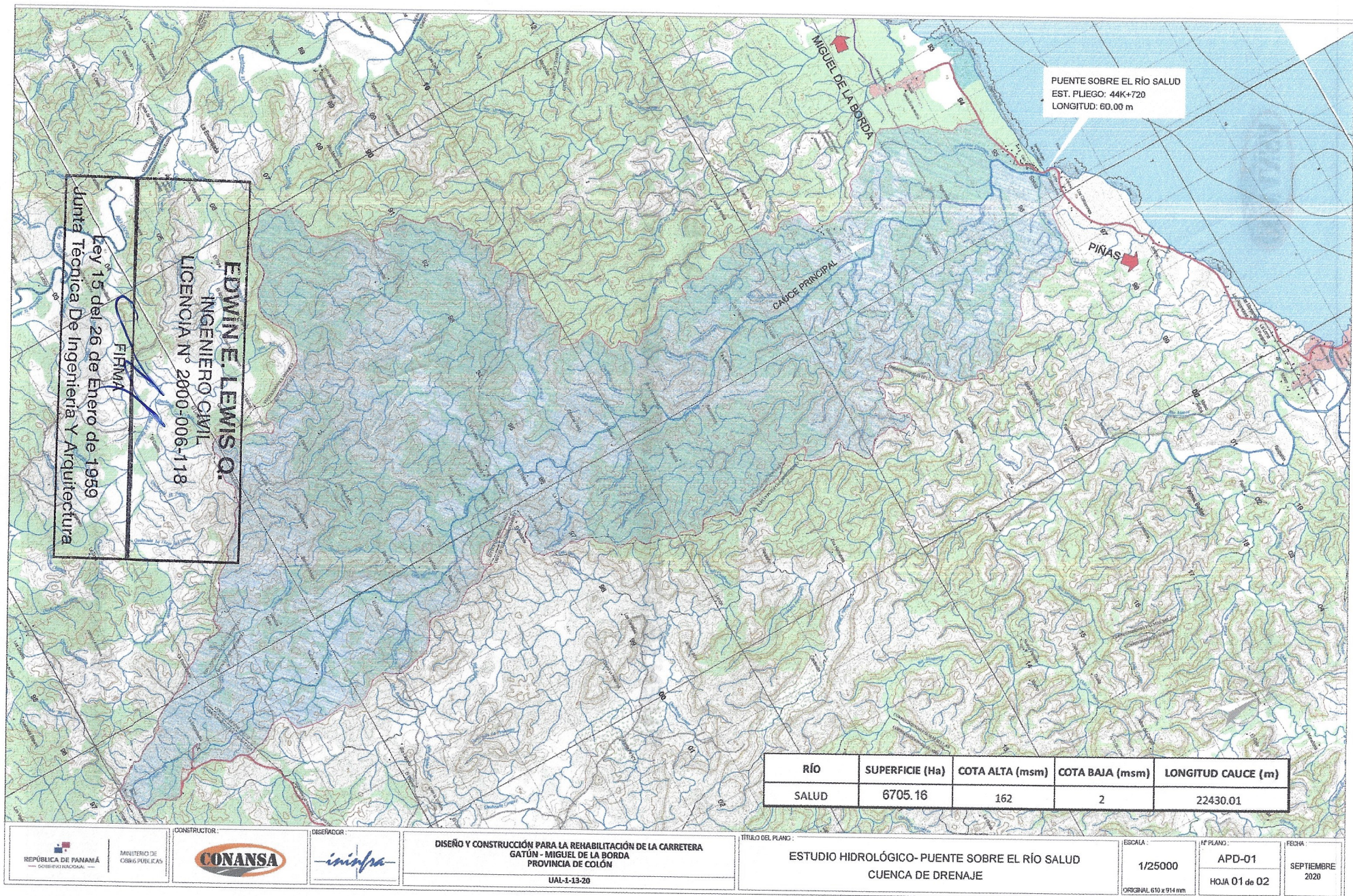
De dichos datos de salida, se extraen las siguientes conclusiones:

- Verificación de la estructura y capacidad hidráulica de la sección.
- Recomendaciones sobre actuaciones de rectificación en el cauce.
- Datos para el dimensionamiento de la obra de drenaje en la nueva vialidad.



APENDICE 1. PLANO DELIMITACION CUENCA PUENTE SOBRE EL RIO SALUD – EST 42k+080





PUENTE SOBRE EL RÍO SALUD
EST. PUEGO: 44K+720
LONGITUD: 60.00 m

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118
Firma
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

RÍO	SUPERFICIE (Ha)	COTA ALTA (msm)	COTA BAJA (msm)	LONGITUD CAUCE (m)
SALUD	6705.16	162	2	22430.01



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA
GATÚN - MIGUEL DE LA BORDA
PROVINCIA DE COLÓN

UAL-1-13-20

TÍTULO DEL PLANO:

ESTUDIO HIDROLÓGICO- PUENTE SOBRE EL RÍO SALUD
CUENCA DE DRENAJE

ESCALA:

1/25000

ORIGINAL 610 x 914 mm

N° PLANO:

APD-01

HOJA 01 de 02

FECHA:

SEPTIEMBRE

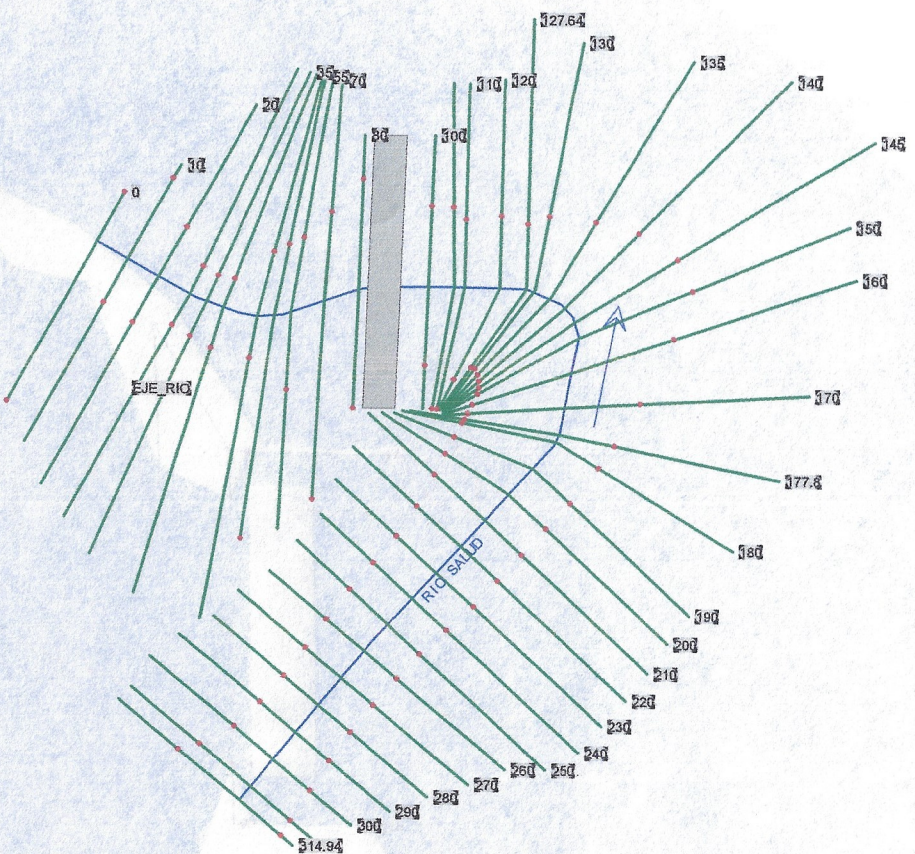
2020



APENDICE 2.

PUENTE SOBRE EL RIO SALUD – EST 42k+080

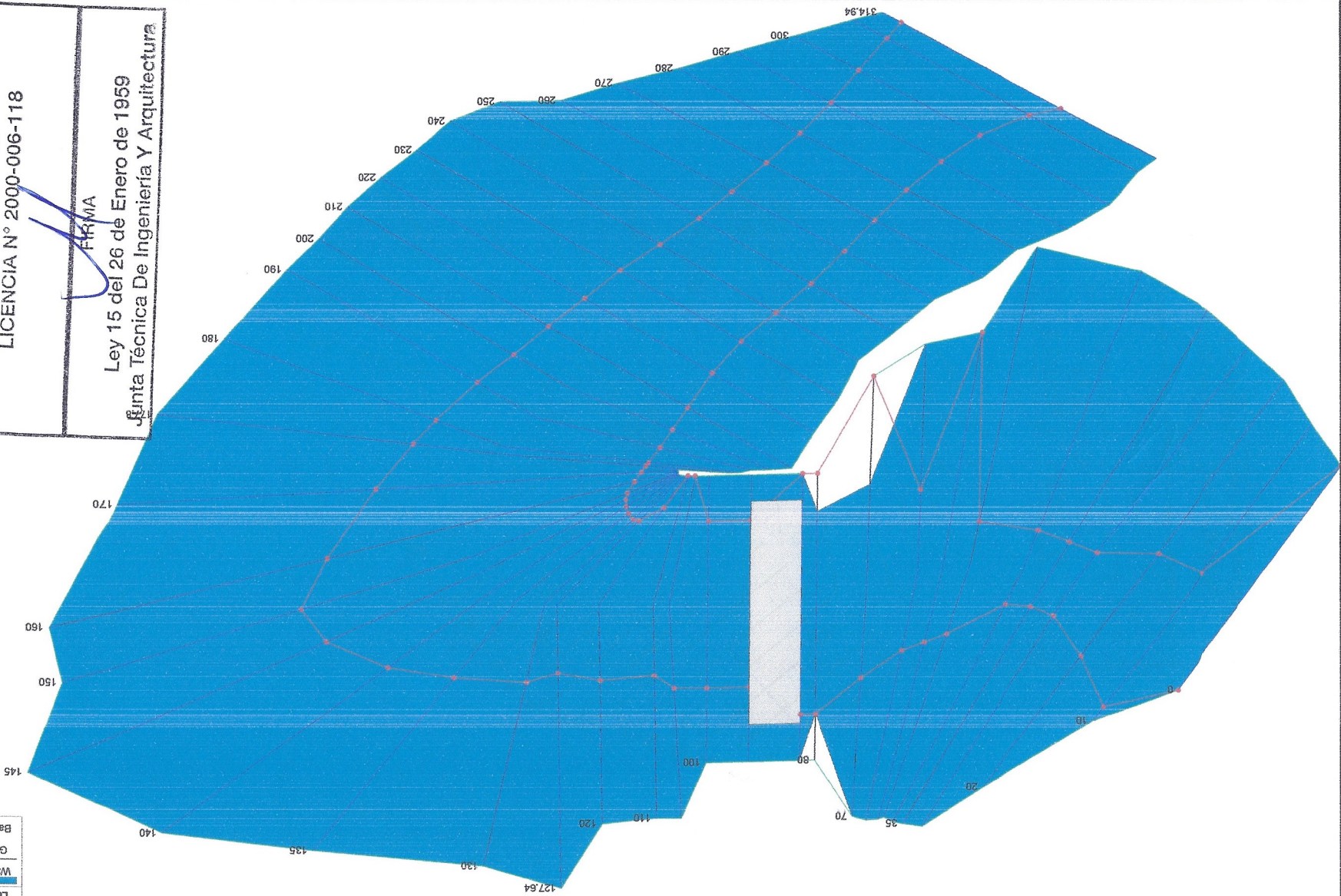




EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118

FRMA
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Legend
 WS PF 1
 Ground
 Bank Sta



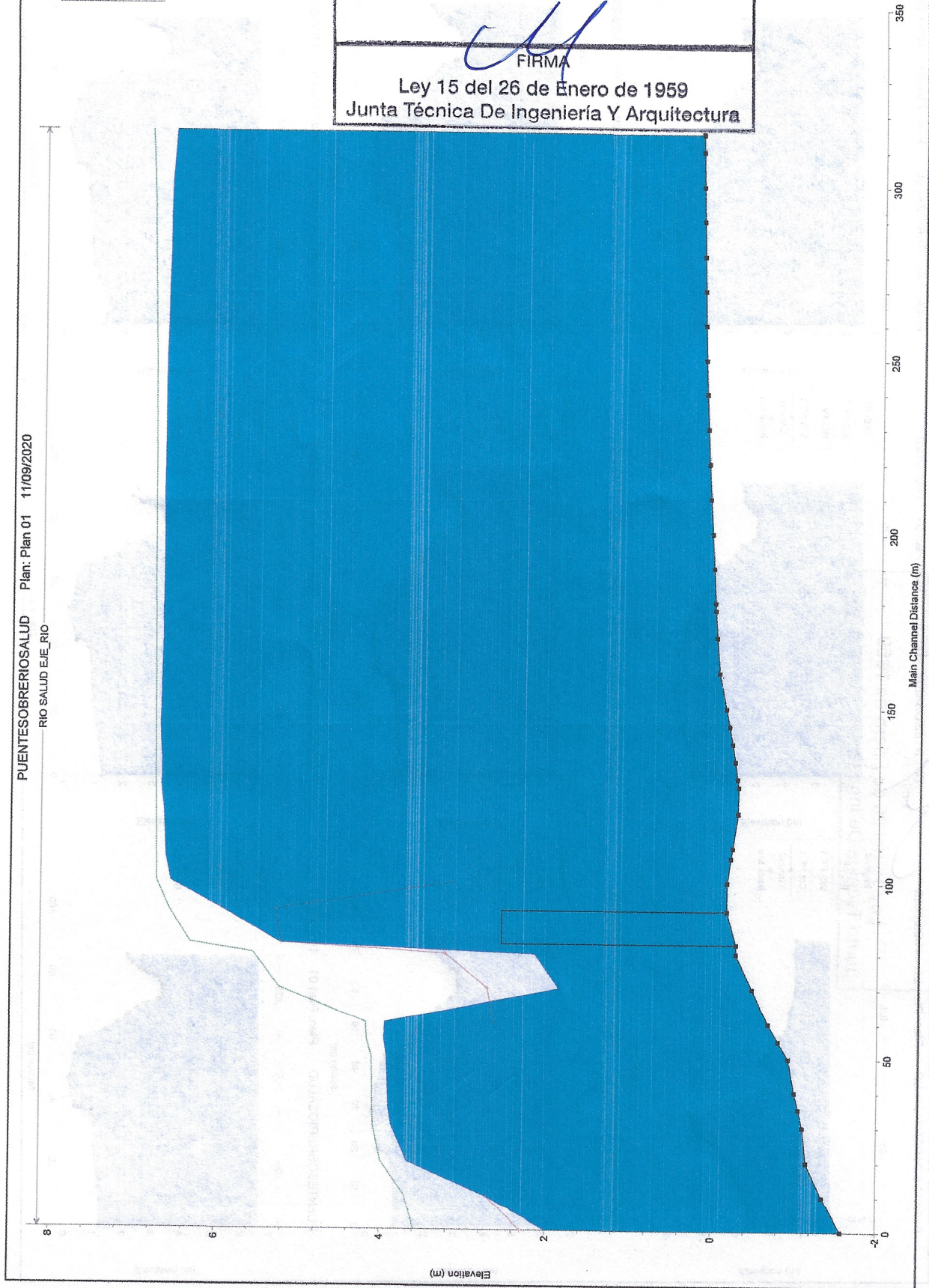
PUENTESOBRERIOSALUD Plan: Plan 01 11/09/2020
RIO SALUD EJE RIO

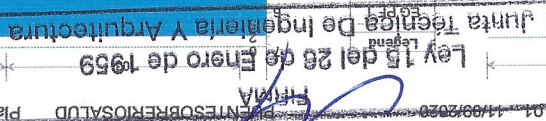
Legend
EG PF 1
Chl PF 1
WS PF 1
Ground

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

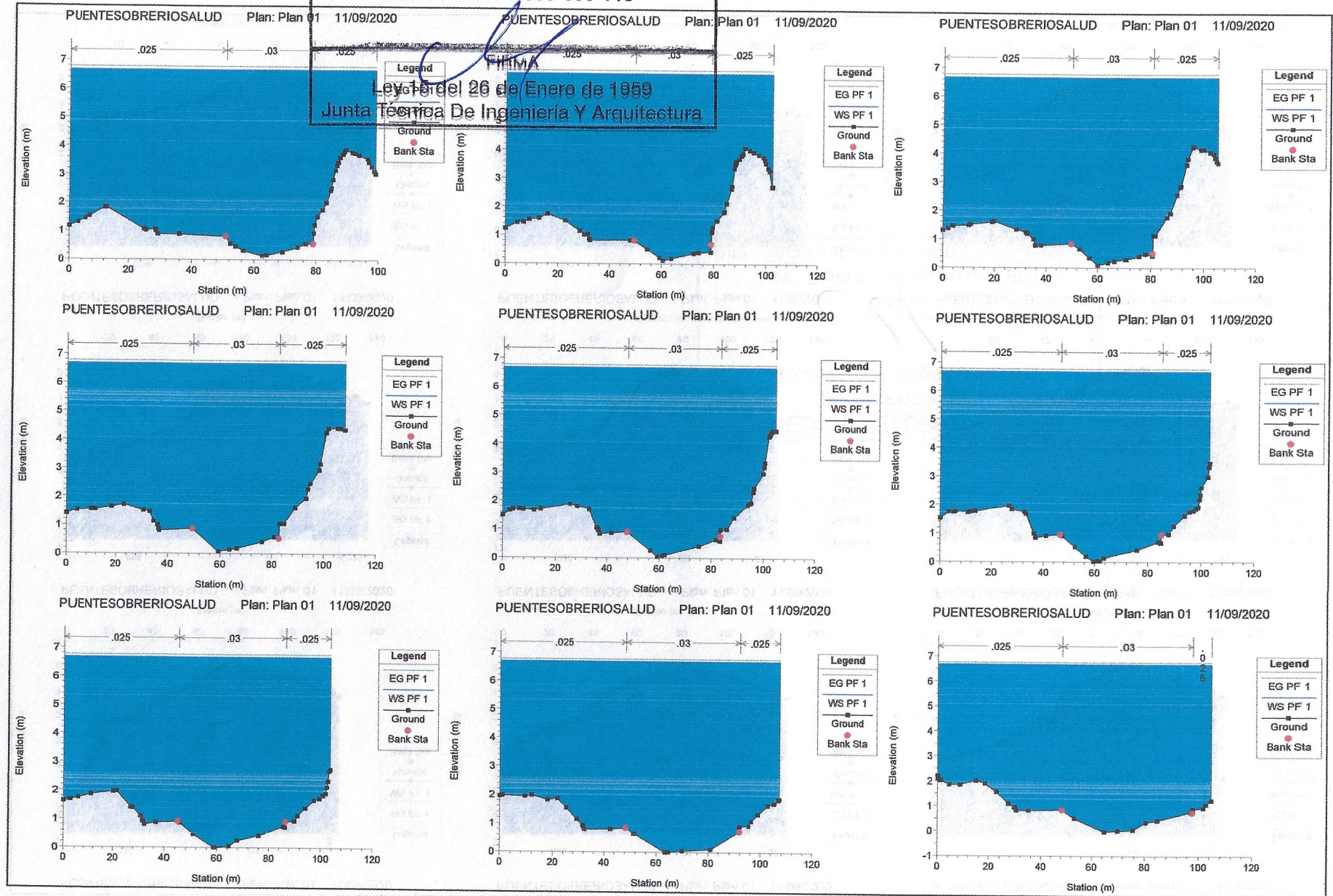
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

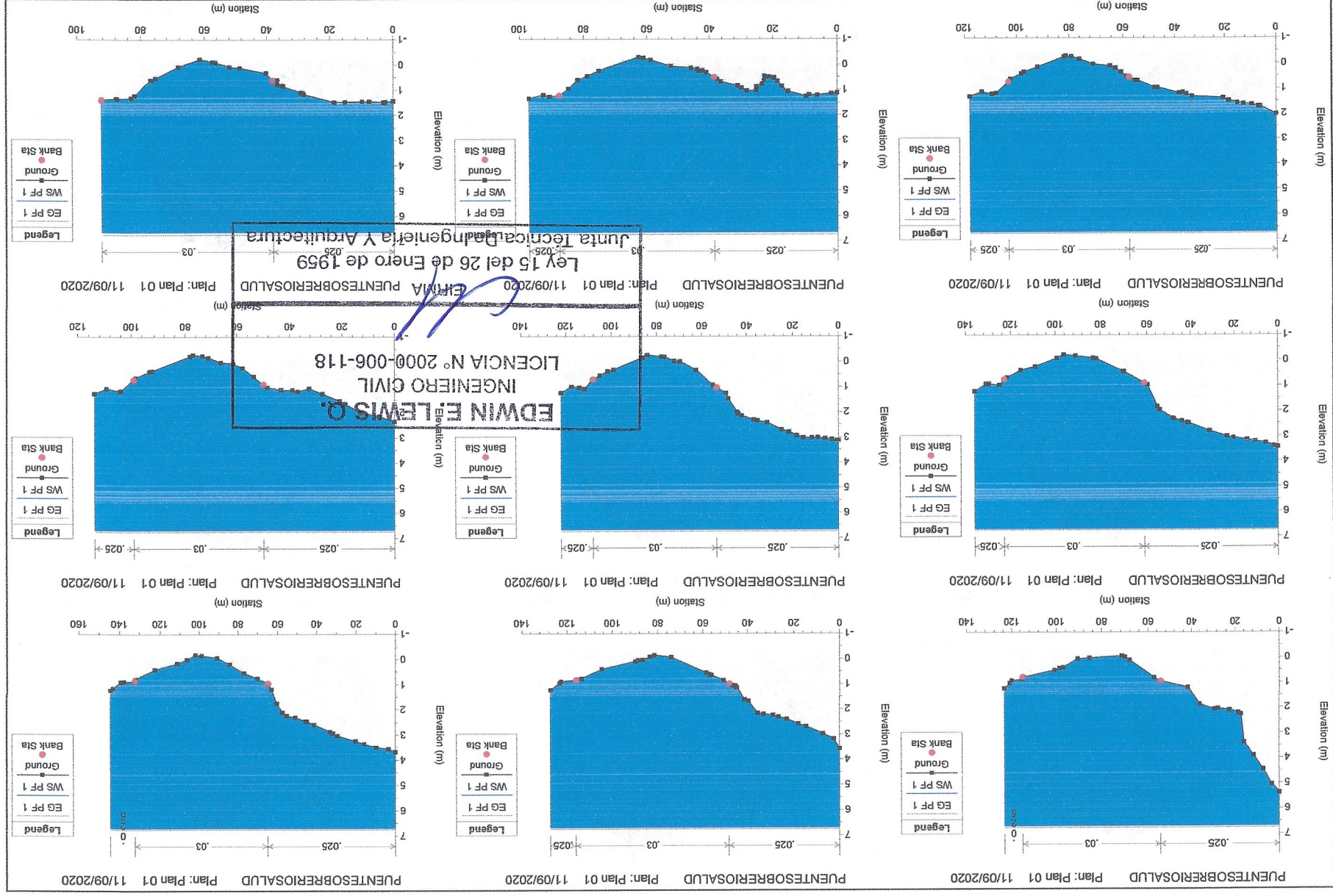


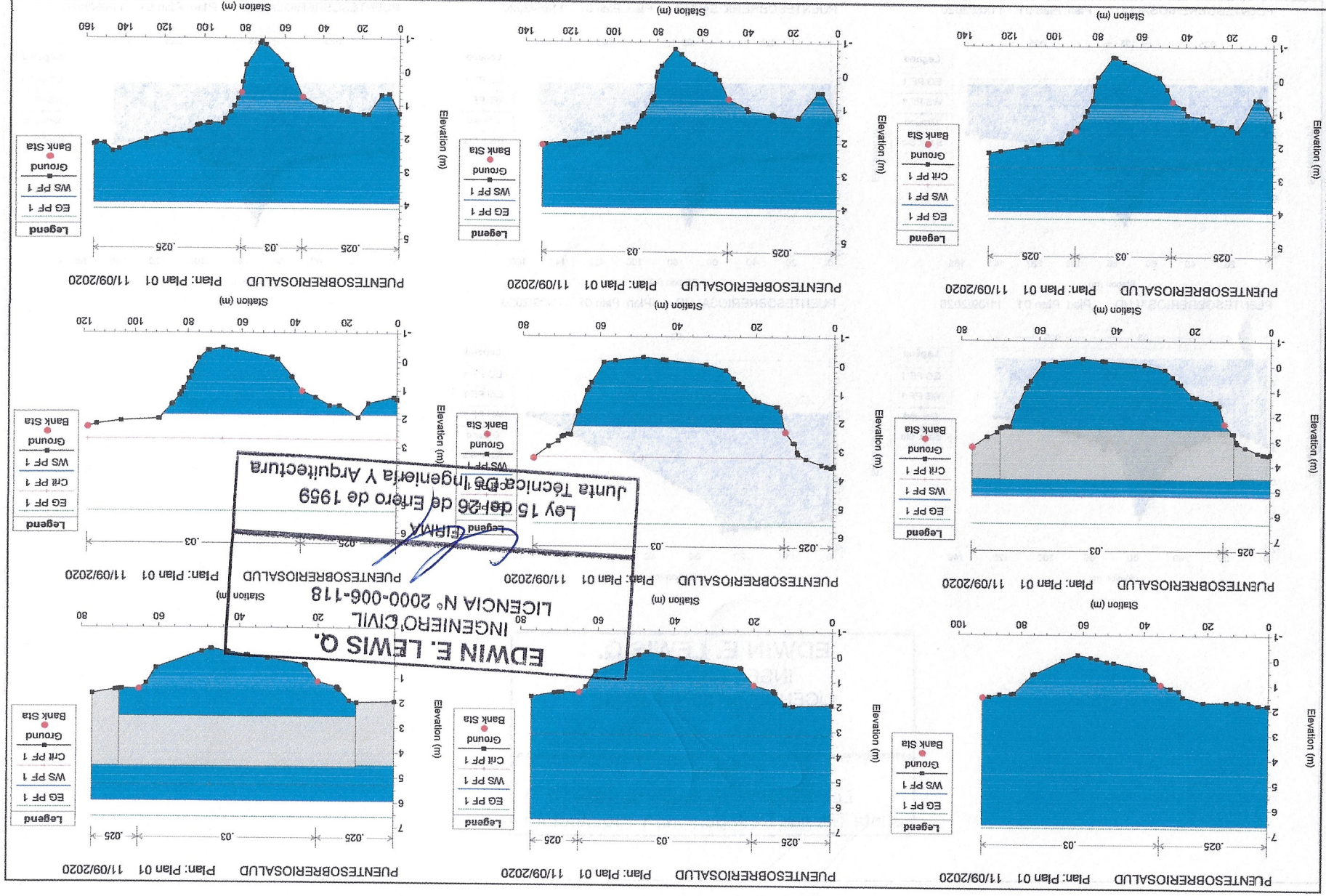


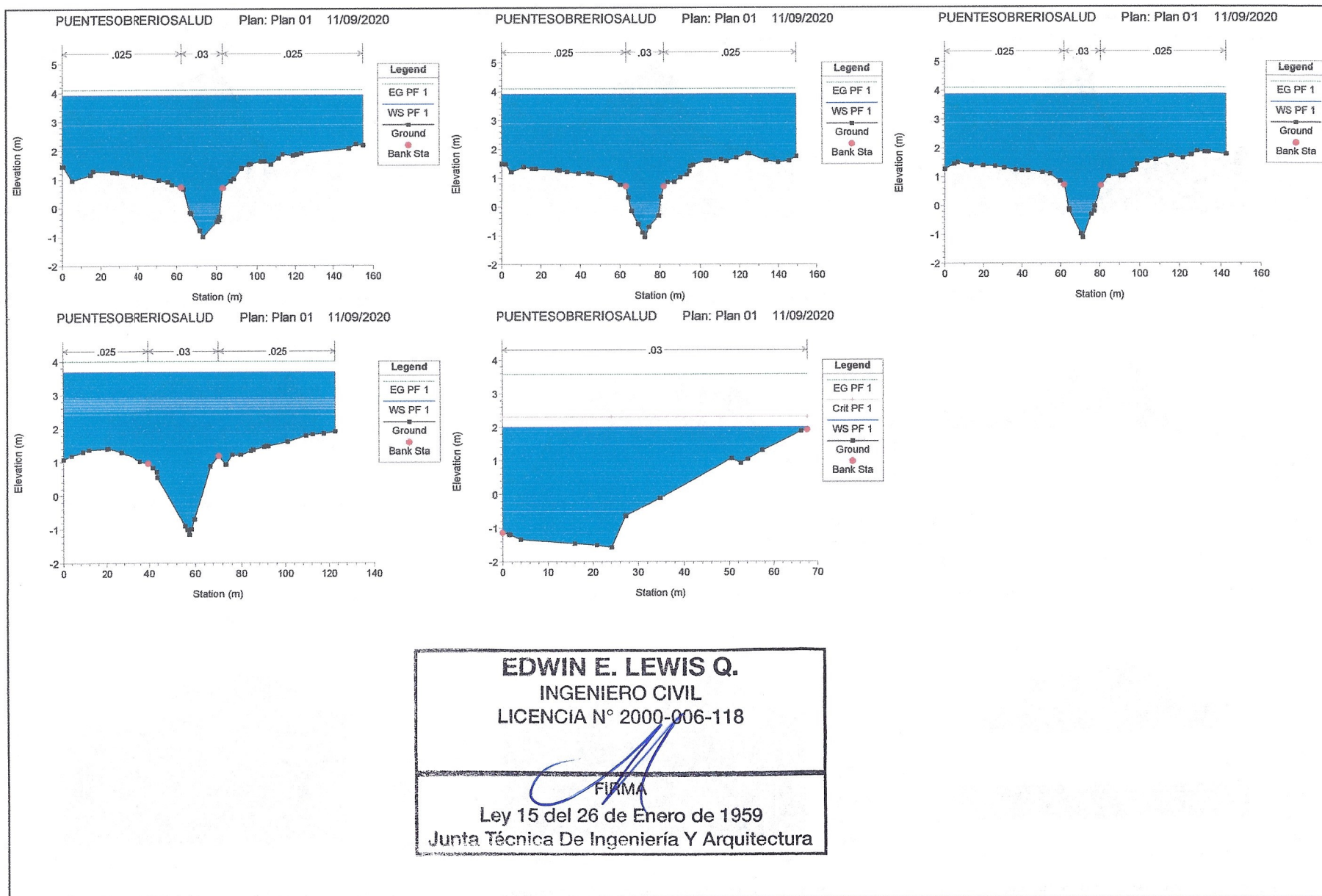
EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-096-118

Ley del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura











Diseño y Construcción para la Rehabilitación de la Carretera Gatún – Miguel de la Borda

P2-ME-01-001 ESTUDIO HIDROLÓGICO- HIDRÁULICO

PUENTE SOBRE EL RÍO ZAMBO

Versión:

P2-ME-01_ESTUDIO HIDROLÓGICO- HIDRÁULICO_001

Fecha:

1 de diciembre de 2020

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



REPÚBLICA DE PANAMÁ
— GOBIERNO NACIONAL —

MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

Índice.

1	INTRODUCCION	1
2	NORMATIVA APLICADA	1
3	ESTUDIO HIDROLÓGICO	2
3.1	DETERMINACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO	2
3.2	Método de Lavalin	2
3.3	Determinación del Área de Drenaje	5
3.4	Caudal de Diseño	5
4	ESTUDIO HIDRAULICO	6
4.1	Introducción	6
4.2	Simulación con el Software HEC-RAS	7
4.3	Resultado del Cálculo	16

EDWIN E. LEWIS Q.

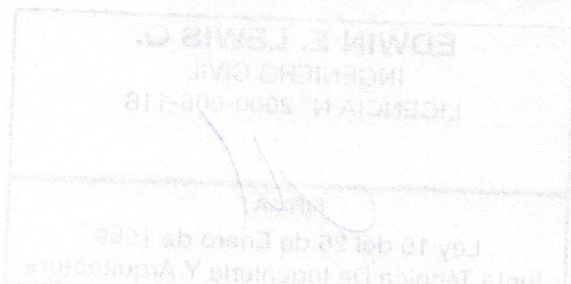
INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



1 INTRODUCCION

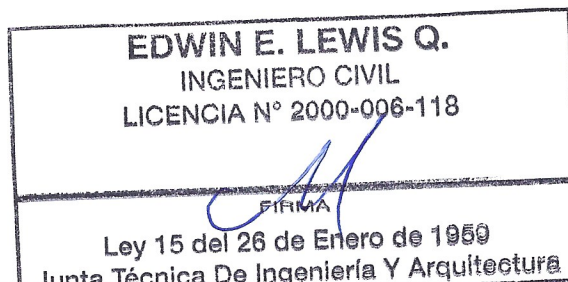
El presente documento es el resultado del Estudio Hidrológico para la ejecución del puente sobre el río Zambo en la estación aproximada 63k+440 en la carretera Gatún – Miguel de la Borda.

El estudio tiene como objetivo general estimar las condiciones hidrológicas e hidráulica que deberán ser tomada en cuenta en el diseño para así proveer de un correcto funcionamiento.

2 NORMATIVA APLICADA

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del drenaje del camino:

- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2003).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2002).
- Hydraulic Design of Highway Culverts (FHWA-NHI-01-020), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2005).
- Urban Drainage Design Manual (FHWA-NHI-10-009), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2009).



AR-ME-01 ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO PUENTES

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1 DETERMINACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO

El método de cálculo para el dimensionamiento hidráulico depende de las dimensiones de las cuencas aportantes. Como puede verse más adelante, en este caso, la cuenca de estudio del río Zambo tiene dimensiones superiores a 250 Ha, el caudal máximo instantáneo será estimado por el método de Lavalin, usando la metodología desarrollada por el IRHE "Análisis Regional de Crecidas Máximas", elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008. Para áreas menor a 250 Ha, el caudal máximo será estimado por el método racional de crecidas.

3.2 Método de Lavalin

Para la determinación de la crecida máxima que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se determina el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés en Km².
- De acuerdo con la localización geográfica del recurso a analizar, se determina la zona a la que pertenece según la Región Hidrológicamente Homogénea (ETESA). Ver mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas.
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones elaboradas por ETESA para este fin, en función de la Zona establecida. Ver ilustración 1.

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

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

Ilustración 1 Cuadro 7, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá
Periodo 1971-2006"

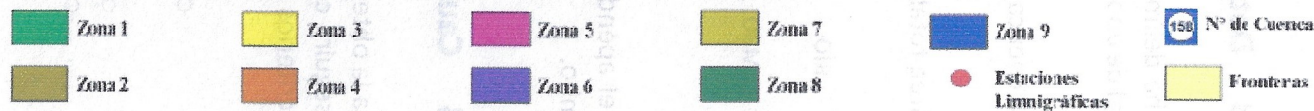
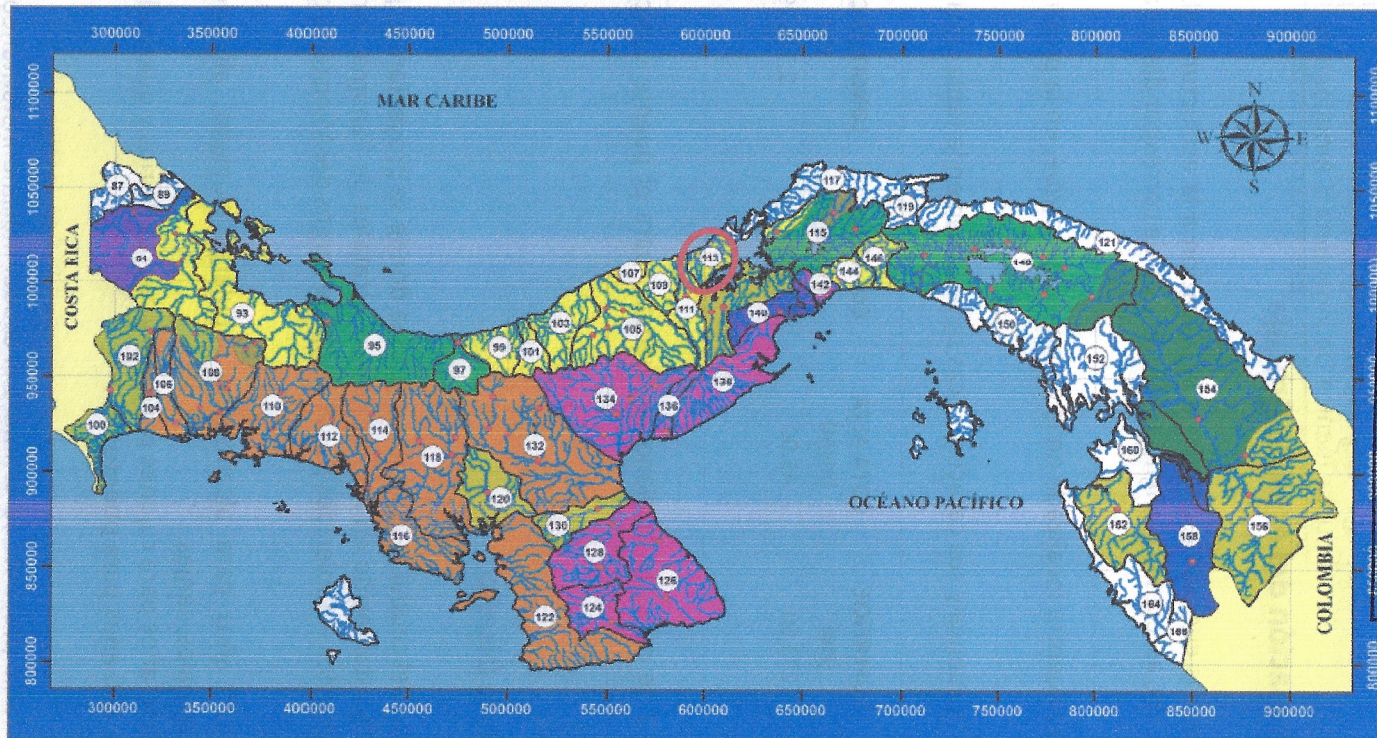
- Se calcula el caudal máximo instantáneo para el periodo de retorno requerido, multiplicando el caudal obtenido por uno de los siguientes factores en función del sitio de estudio.

Factores $Q_{\max}/Q_{\text{prom. máx}}$ 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

Ilustración 2 Cuadro 6, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá
Periodo 1971-2006"



República de Panamá
Regiones Hidrológicamente Homogéneas



Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

FIRMA

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

3.3 Determinación del Área de Drenaje

Se ha delimitado las cuencas asociadas a la ubicación a la estructura, obteniendo el área total de aportación, así como la longitud, cota alta y baja correspondiente al cauce principal.

Esta cuenca se encuentra localizada en la vertiente del caribe, en la provincia de Colón.

El área total de la cuenca y sus características se resumen en la tabla siguiente:

RÍO	SUPERFICIE (Ha)	COTA ALTA (msm)	COTA BAJA (msm)	LONGITUD CAUCE (m)
ZAMBO	273.50	45.00	2.00	2,764.29

En el apéndice 1 se muestra el plano de cuencas, para el puente vehicular sobre el Rio Zambo.

3.4 Caudal de Diseño

Para la obtención del caudal de diseño en la zona dónde se proyectará el puente vehicular, se seguirá con lo establecido en las normativas estatales de Panamá, teniendo en cuenta los criterios de diseños establecidos por el pliego de cargos del Ministerio de obras Públicas.

- 1:20 años para alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos de sistema pluviales, zanjías.
- 1:50 años para cajones pluviales y cauces de ríos y quebradas.
- 1:100 años para puentes.

En el caso de estudio presente se estimará el caudal máximo instantáneo para un periodo de retorno de 100 años correspondiente para puentes.

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

La cuenca del río Zambo se encuentra en la cuenca 113, dentro de la zona de estudio 3 según el mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas.

Para el cálculo del caudal promedio máximo se ha utilizado la ecuación dos, que pertenece a la zona tres en estudio. Ver ilustración 1.

$$Q = 25 \times A^{0.59}$$

Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km².

La tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Tabla 1, donde se ha utilizado el factor de 2.68 perteneciente a un periodo de retorno de 1:100 años, dando como resultado un caudal máximo instantáneo resumido en la tabla siguiente:

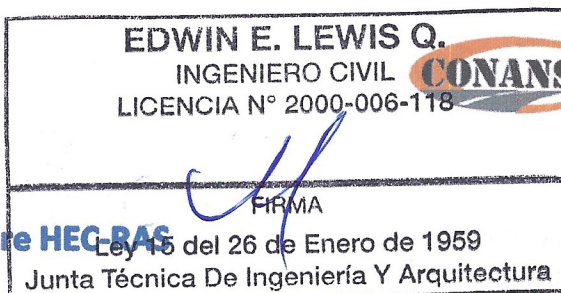
Río de Estudio	Estructura	Periodo de Retorno (años)	Superficie (km ²)	Caudal Promedio máximo (m ³ /s)	Factor de distribución	Caudal máximo instantáneo (m ³ /s)
Zambo	Puente	100	2.73	44.72	2.68	119.86

4 ESTUDIO HIDRAULICO

El análisis Hidráulico del presente estudio se realizó siguiendo los criterios que rige el Ministerio de Obras Públicas para estos elementos de drenaje.

4.1 Introducción

El Estudio se basa en la aplicación de un modelo de simulación en el que los cálculos se han realizado en régimen estacionario para el caudal de avenida, obtenido en el Estudio Hidrológico previo. A partir de ese punto, se determina la altura de la lámina de agua en el puente proyectado. Esta determinación se realiza mediante la simulación hidráulica con la versión 4.1.0 del programa informático HEC-RAS del Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.



4.2 Simulación con el Software HEC-RAS

El presente estudio abarca los siguientes aspectos generales:

- Comprobación de la capacidad hidráulica del puente a proyectar en la ruta.
- Recomendaciones de adecuación del cauce en el caso de que sea comprobada falta de capacidad hidráulica de la estructura.
- Definición de los parámetros y dimensiones para el diseño y la construcción del puente.

4.2.1 Bases para el Modelo

Estados Unidos HEC-RAS 4.1.0 (River Analysis System) para la comprobación del modelo hidráulico.

Dicho modelo resuelve la ecuación de la energía de modo iterativo en cada una de las secciones propuestas e interpola los resultados a lo largo de todo el perfil suministrado. Introduce la energía expresándola en términos unidimensionales y suponiendo unas pérdidas de carga que se contabilizan según la ecuación de Manning. Además de esto considera una serie de hipótesis:

- Los valores de las variables no dependen del tiempo, es decir, considera el flujo estacionario.
- Se supone una distribución hidrostática de la presión. Esto se traduce en que la curvatura de las líneas de corriente es despreciable, el flujo es gradualmente variado.
- La altura de la energía es igual para todos los puntos de cada sección. Se considera el flujo unidimensional con lo que se distribuye horizontalmente dicho flujo entre el cauce y la llanura de inundación por ambas márgenes.

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Topografía

- La pendiente del cauce ha de ser menor del 10% para poder considerar que la altura de presión se mida verticalmente y coincida con la altura de la lámina de agua.
- Entre dos secciones transversales la pendiente de la línea de energía es constante.
- Se considera un lecho fijo para el cauce.

El programa permite contemplar las diferencias existentes entre cauce y llanura de inundación (ambas márgenes), no sólo en cuanto a rugosidades o coeficientes de rozamiento sino también en cuanto a distribución horizontal de las velocidades.

Como se ha mencionado anteriormente el cálculo se realiza a través de la resolución, de manera iterativa de la ecuación de la energía. Para la estimación de la rugosidad del cauce, que causará pérdidas por rozamiento, se usa la conocida fórmula de Manning.

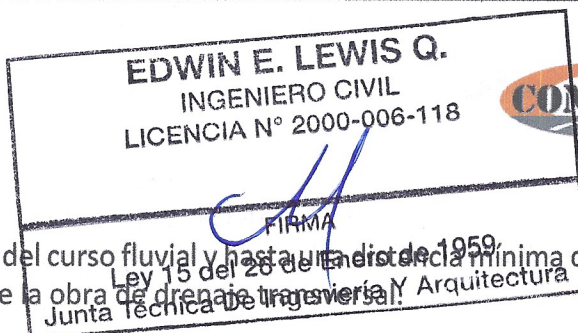
El análisis hidráulico contempla la determinación del nivel máximo que alcanzaría la crecida de diseño extraordinaria, con periodo de recurrencia de 100 años para una hipótesis de flujo.

- Hipótesis 1: Sección hidráulica en la situación con estructuras proyectadas.

4.2.2 Topografía y Distribución de los Perfiles

Para la realización del presente Estudio Hidráulico y posterior introducción de datos en el software HEC-RAS, se ha utilizado cartografía de la zona del cauce que se va a estudiar. Dada la importancia de la representación topográfica para que el modelo de simulación se ajuste fielmente a la realidad y se pronostique un suceso futuro, se ha realizado un levantamiento topográfico del terreno con la amplitud y nivel de detalle requerido en el Pliego del Proyecto para este tipo de estudios.

Tomando como base dicha cartografía, se ha definido un eje longitudinal sobre el cauce, representativo de la dirección principal de la corriente, y sobre dicho eje se han dispuesto de forma perpendicular secciones transversales cada 10 metros máximo con una



anchura suficiente a cada lado del curso fluvial y hasta una distancia mínima de 100 m aguas arriba y 100 m aguas debajo de la obra de drenaje transversal.

Para dichas secciones transversales se han estudiado las secciones hidráulicas, actuales y proyectadas, bajo la hipótesis de flujo descrita anteriormente. Las secciones hidráulicas se han calculado de acuerdo con los parámetros que se indicarán y se han definido como las áreas comprendidas entre el nivel de agua y el fondo del cauce, incluyendo los taludes.

En el **Apéndice 2** se presentan los perfiles transversales del cauce y las secciones obtenidas en campo en donde se situará la estructura.

4.2.3 Simulación de Obstáculos

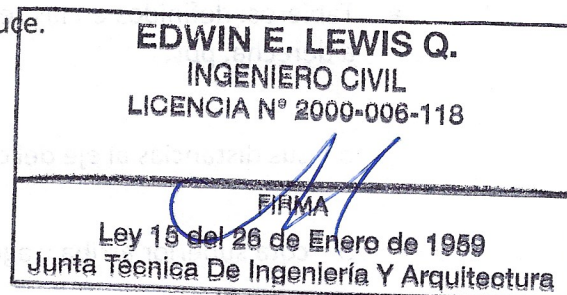
Los obstáculos que actualmente aparecen y que se considerarán en la hipótesis de cálculo son los estribos del puente.

El programa HEC-RAS considera las pérdidas de carga o energía ocasionadas por el encuentro de obstáculos en el camino del flujo. Esta simulación se efectúa en tres etapas:

- Pérdidas de energía antes de pasar el obstáculo, inmediatamente aguas arriba, que es en donde el flujo experimenta una contracción para poder atravesarlo.
- Pérdidas de energía debidas al obstáculo.
- Pérdidas de energía una vez pasado el obstáculo, inmediatamente aguas abajo, que es en donde el flujo se expande.

Cuando se produce el choque de las rebanadas que conforman el flujo de agua, bien con otras que circulen en otra dirección o bien con obstáculos, se produce un cambio en la velocidad del flujo y esa energía, que justo antes del choque es cinética, se transforma en potencial, con lo que se produce una subida de la lámina de agua. Este fenómeno es la base del cálculo y la valoración de los cambios en el flujo. El programa tiene en cuenta los tres factores principales que la constricción provoca al flujo:

- La geometría de la sección del caude.
- La capacidad de descarga.
- El estado del flujo.



Para el estudio del modelo con HEC-RAS, el programa requiere como mínimo la introducción de cuatro perfiles para cada estructura, además de las establecidas según equidistancias.

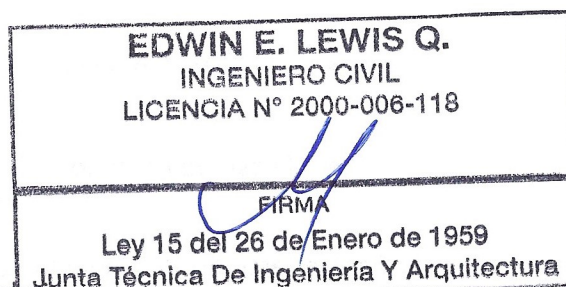
- Un primer perfil aguas abajo de la estructura, lo suficientemente alejado como para que el flujo no se afecte.
- Un segundo perfil situado inmediatamente aguas abajo de la estructura en donde si se contempla la afección de los obstáculos al flujo.
- Un tercer perfil situado inmediatamente aguas arriba de la estructura. La distancia entre el perfil y la estructura se toma pequeña para que quede reflejada la aceleración brusca y la contracción del flujo justo en la entrada del paso.
- Un cuarto perfil que funciona en el mismo sentido que el primero donde las líneas de flujo se pueden considerar paralelas y la capacidad útil del perfil es completa.

Para conocer la geometría interna en la estructura, el programa utiliza los perfiles segundo y tercero e interpreta por interpolación la disposición de la estructura, incluso de las áreas que no contribuyen al flujo, como pueden ser estribos de los puentes, además del propio tablero, en el caso de que el flujo superara el gálibo libre.

Los elementos que se han considerado en este caso para modelizar las estructuras (existente y proyectada) han sido:

- Tableros: definidos en las secciones correspondientes, siempre de izquierda a derecha, por:

- sus distancias al eje del cauce.
- cota superior arriba y aguas abajo.
- cota inferior, aguas arriba y aguas abajo.



- Estribos: para terminar de definir las áreas que no computan a efectos de flujo y que completan el estrechamiento que se produce al paso del cauce a través de un puente.

4.2.4 Coeficientes de Rozamiento Adoptados

Para el cálculo de las pérdidas por rozamiento se ha empleado la fórmula de Manning y su correspondiente coeficiente de rugosidad, como se ha mencionado al principio de este estudio. Hay que recordar que el programa permite definir diferentes rugosidades según se trate del cauce propiamente dicho, o bien, se produzca la inundación de márgenes.

La ecuación de Manning es resultado del proceso de un ajuste de curvas, y por tanto es completamente empírica en su naturaleza. Debido a su simplicidad de forma, y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula de Manning es la más usada de todas las fórmulas de flujo uniforme para cálculos de escurrimiento en canal abierto.

La ecuación viene dada y expresada en unidades métricas como:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Siendo n el coeficiente de rugosidad de Manning.



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

En la aplicación de la fórmula de Manning, la mayor dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad n , pues no hay un método exacto de seleccionar dicho valor. Para establecer el coeficiente de rugosidad n se han evaluado tablas extraídas de manuales básicos de hidráulica, y una serie de fotografías del cauce y de su llanura de inundación, tras inspección visual in situ, en campo.

Este criterio está avalado por varios autores. Según **Ven te Chow** en su obra "*Hidráulica en canales abiertos*", algunos de los métodos para la determinación del coeficiente n , pueden desarrollarse con este enfoque, consultando tablas de valores típicos de n para varios tipos de canales, o examinando y comparando el canal en estudio con la apariencia de ciertos canales típicos cuyos coeficientes de rugosidad sean conocidos.

El valor del coeficiente de Manning no depende sólo de la rugosidad del cauce, sino de múltiples factores como la vegetación, la irregularidad y alineamiento del canal, los niveles de erosión y sedimentación, las obstrucciones presentes en el cauce, el nivel del río y su caudal, o la carga del lecho.

Dentro de las actividades que se desarrollarán durante la ejecución de las nuevas estructuras, se encuentra la limpieza y conformación de cauces. Ésta se realizará en las áreas próximas a la ubicación de cada obra de drenaje, al menos en 10 metros aguas arriba y 10 metros aguas abajo de las secciones en donde se sitúan. Ello implica la remoción de los desechos arrastrados por las corrientes de los ríos o quebradas, tales como restos de árboles, sedimentos, herbazales y todo tipo de piedras que reduzcan la sección hidráulica del cauce. Igualmente, deberán removerse aquellos árboles nacidos dentro de los cauces, o próximos al sistema estructural de estribos de la estructura.

Teniendo en cuenta que la vegetación acuática es uno de los factores de rugosidad dominantes, así como los residuos leñosos y otro tipo de obstrucciones, se puede concluir que las actividades de limpieza, conformación y/o posible rectificación de los cauces reducirán notablemente la rugosidad total de los tramos objeto de este Estudio.

Otro factor para considerar es que, si bien la vegetación ribereña aumenta la rugosidad total durante las inundaciones, este efecto es significativo en canales pequeños y, en una escala más amplia, en ríos confinados en valles estrechos, en los que aumenta la resistencia del flujo, al no poder migrar lateralmente. En cambio, en cauces anchos el efecto es menos relevante.



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



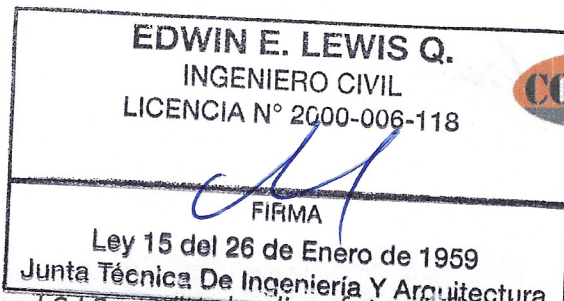
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería y Arquitectura

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas, los valores finalmente adoptados para el coeficiente de Manning, han sido tomados de la siguiente fuente: **S.M. Woodward and C. J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels"**.

Elementos de drenaje	Coeficiente Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa.	0.020-0.025
En tierra ordinaria, superficie irregular.	0.025-0.035
En tierra con ligera vegetación.	0.035-0.045
En tierra con vegetación espesa.	0.040-0.050
En tierra excavada mecánicamente.	0.028-0.033
En roca, superficie uniforme y lisa.	0.030-0.035
En roca, superficie con aristas e irregularidades.	0.035-0.045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón.	0.013-0.017
Hormigón revestido con gunita.	0.016-0.022
Encachado.	0.020-0.030
Paredes de hormigón, fondo de grava.	0.017-0.020
Paredes encachadas, fondo de grava.	0.023-0.033
Revestimiento bituminoso.	0.013-0.016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente.	0.027-0.033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación.	0.033-0.040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia.	0.035-0.050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados.	0.060-0.080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa.	0.100-0.200
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña.	0.050-0.080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario.	0.030-0.200



Fuente: S.M. Woodward and C.J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels"

Arroyos de montaña, sin vegetación en el canal, orillas generalmente empinadas, con maleza y árboles sumergidos en las márgenes.	Coefficiente Manning
Fondo: Gravas, guijarros y algunos cantos rodados.	0.030 – 0.040 – 0.050
Fondo: Guijarros y grandes cantos rodados.	0.040 – 0.050 – 0.070

Fuente: "HEC-RAS v4.1 Reference Manual "

Los coeficientes establecidos para los cauces en estudio se encuentran dentro de los intervalos marcados, en función de las características de los tramos considerados. Se ha tomado el valor de 0.030 como referencias para cauce limpio según los tramos.

Para las llanuras de inundación, considerando el efecto retardante de la vegetación sobre el flujo y un moderado efecto por posibles obstrucciones sobre el cauce, se establece un coeficiente igual a 0.063.

Así pues, los coeficientes de Manning aplicados en el cálculo se reflejan en el siguiente cuadro:

Sección	Coefficiente Manning
Cauce ordinario en tramo limpio, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación.	0.04
Llanuras de inundación.	0.063

Se muestran a continuación fotografía de la zona que indican la situación actual del puente y el cauce propiamente dicho.



Ilustración 3 Puente sobre el Río Zambo.



Ilustración 3 Puente sobre el Río Zambo
EDWIN F. LEWIS O
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

ininpa

[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



Ilustración 5 Puente sobre el Río Zambo, situación actual estructura.

4.2.5 Limpieza y Conformación

Para mejorar el funcionamiento hidráulico de la obra de drenaje y según las recomendaciones de pliego se realizará una limpieza del cauce 50 metros aguas arriba y 50 m aguas abajo de la obra, realizando una transición en la unión con el cauce natural sin tratar. Así, para la simulación de la avenida extraordinaria en la situación de proyecto se van a considerar condiciones de rugosidad asimiladas a cauce limpio y sin obstrucciones para el tramo correspondiente a las secciones en las que se inserta la nueva estructura, así como en las tratadas con limpieza.

4.3 Resultado del Cálculo

Los resultados numéricos obtenidos para la hipótesis de flujo estudiada, así como las secciones transversales y perfiles longitudinales para el cauce, se recogen en los apéndices, al final de este documento.

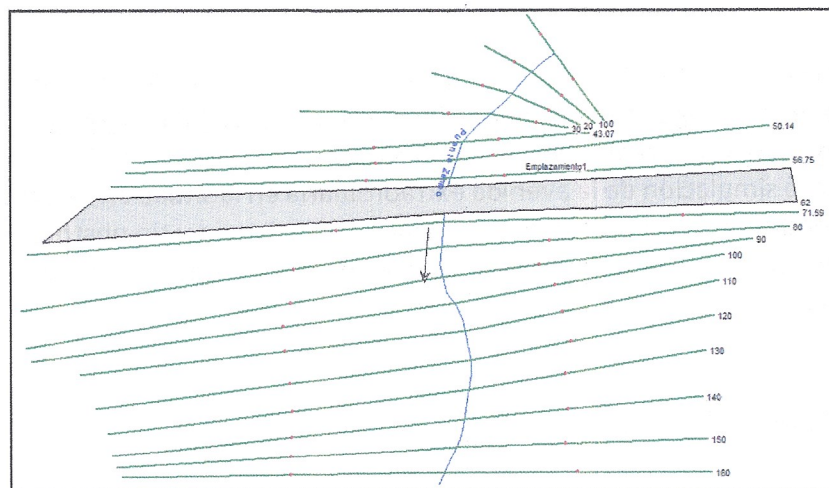
De dichos datos de salida, se extraen las siguientes conclusiones:

- Verificación de la estructura y capacidad hidráulica de la sección.

- Recomendaciones sobre actuaciones de rectificación en el cauce.
- Datos para el dimensionamiento de la obra de drenaje en la nueva vialidad.

4.3.1 Datos de Entrada al Modelo

Geometría: La geometría empleada consta de 16 secciones que incluyen perfiles transversales del cauce y de las riberas de inundación y las secciones detalladas de la estructura a proyectar en el cauce. La longitud total estudiada es de 165 metros. Ver apéndice 2.



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Ilustración 6 Vista

de planta de la geometría del río en Hec Ras.

Coeficientes de rugosidad: En la tabla se insertan los valores definidos del coeficiente de Manning n_1 y n_3 que corresponden a llanuras de inundación y n_2 al cauce propiamente dicho.

River: ☒ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach:

Selected Area Edit Options

	River Station	Frctn (n/K)	n_1	n_2	n_3
1	160	n	0.063	0.04	0.063
2	150	n	0.063	0.04	0.063
3	140	n	0.063	0.04	0.063
4	130	n	0.063	0.04	0.063
5	120	n	0.063	0.04	0.063
6	110	n	0.063	0.04	0.063
7	100	n	0.063	0.04	0.063
8	90	n	0.063	0.04	0.063
9	80	n	0.063	0.04	0.063
10	71.59	n	0.063	0.04	0.063
11	62	Bridge			
12	56.75	n	0.063	0.04	0.063
13	50.14	n	0.063	0.04	0.063
14	43.07	n	0.063	0.04	0.063
15	30	n	0.063	0.04	0.063
16	20	n	0.063	0.04	0.063
17	10	n	0.063	0.04	0.063
18	0	n	0.063	0.04	0.063

Ilustración 7 Valores del coeficiente de Manning Hec Ras.

Caudal de diseño: se evalúa el efecto producido por el caudal para un periodo de retorno de 100 años, obtenido en el Estudio Hidrológico previo.

$Q_{\max} = 119.86 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de retorno 1:100 años.

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates
River	Reach	RS	PF 1	
1	Puente Zambo	Emplazamiento1	160	119.86
2	Puente Zambo	Emplazamiento1	10	119.86
3	Puente Zambo	Emplazamiento1	0	119.86

Ilustración 8 Datos del caudal Her Ras.

Acotación del canal principal: En la siguiente tabla se reflejan los puntos que definen el canal principal, por sus distancias al eje. El resto de la sección se ha considerado llanura de inundación.

River: Puente Zambo ☐ ☐ ☐ ☒ Edit Interpolated XS's

Reach: Emplazamiento1

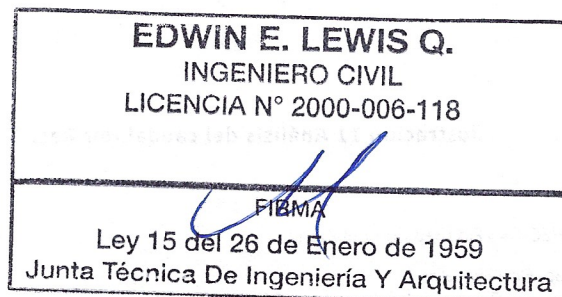
Selected Area Edit Options

Add Constant ... Multiply Factor ... Set Values ... Replace ...

	River Station	Left Bank Sta	Right Bank Sta
1	160	45.02	141.1
2	150	47.63	139.96
3	140	45.38	138.53
4	130	47.78	140.48
5	120	48.89	144.24
6	110	53.52	147.86
7	100	57.8	150.11
8	90	72.2	156.71
9	80	80.59	166.95
10	71.59	38.58	155.15
11	62	Bridge	
12	56.75	95.63	141.82
13	50.14	92.81	132.46
14	43.07	30.62	72.36
15	30	10.81	40.35
16	20	11.41	35.3
17	10	14.75	34.23
18	0	18.1	36.68

Ilustración 9 Datos del caudal Her Ras.

Condiciones de contorno: Se definen las condiciones iniciales en ambos extremos del tramo de estudio, es decir aguas arriba y aguas abajo. Se realiza el cálculo en régimen mixto (por variaciones de caudal), por lo que es necesario definir ambas condiciones de contorno, al comienzo y al final. Se ha modelado para "Superficie de Agua Conocida" aguas abajo, ya que el tramo en estudio desemboca al mar. Para las condiciones aguas arriba "Profundidad Normal" el modelo requiere conocer los datos de pendiente de la línea de energía o de la



línea de agua. Para pendientes pequeñas, se asimilan a las pendientes del fondo del cauce, reflejadas en la tabla siguiente aguas arriba y aguas abajo.

Available External Boundary Condition Types				
Known W.S.	Critical Depth	Normal Depth	Rating Curve	Delete
Selected Boundary Condition Locations and Types				
River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Puente Zambo	Emplazamiento1	PF 1	Normal Depth S = 0.005	Known W.S. = 0.16

Ilustración 10 Condición de contorno Her Ras.

File Options Help

Plan: Plan 03 Short ID: Plan 03

Geometry File: Geometría nuevo trazado

Steady Flow File: Caudal nuevo trazado

Flow Regime:

- ☐ Subcritical
- ☐ Supercritical
- ☒ Mixed

Plan Description:

Compute

Enter to compute water surface profiles

Ilustración 11 Análisis del caudal Her Ras.

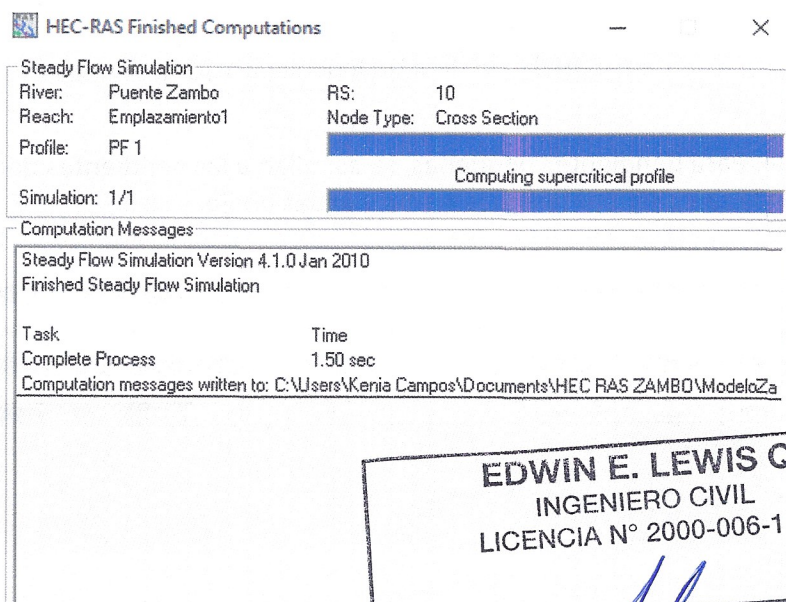
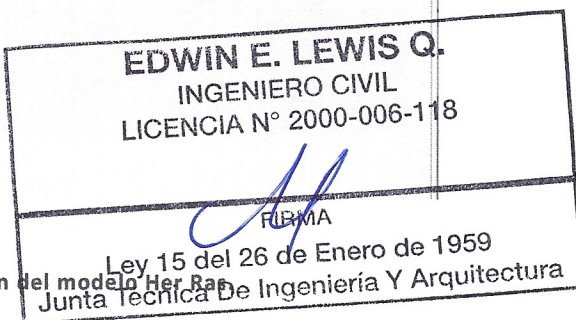


Ilustración 12 Ejecución del modelo Her Ras



4.3.2 Estructura Proyectada

En el estacionamiento 60k+00 entre las secciones 56.75 y 71.59, el modelo incorpora la geometría. El programa genera las dos secciones adjuntas a continuación, aguas arriba y aguas abajo, para realizar el balance interior de la misma.

La geometría del puente esta en torno a la cota 6.70 (elevación de la rasante en el punto de control y en torno a la cartografía de la zona del cauce). La altura del tablero o viga de 2.00 m con longitud del puente de 35.00 m.

Secciones transversales (BU y BD) del modelo para el balance interior del puente proyectado.

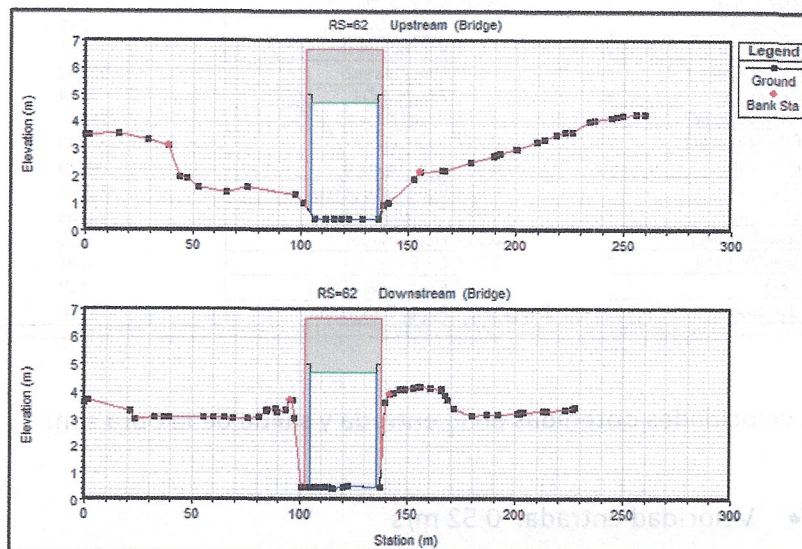


Ilustración 13 Estructura proyectada Hec Ras.

4.3.3 Resultados del Modelo

A continuación, se adjunta el resultado del comportamiento hidráulico del estudio realizado.

Para garantizar la sección hidráulica se deberá realizar una limpieza y conformación del cauce 50 m aguas arriba y 50 metros aguas abajo como lo indica el pliego de cargos.

Se muestra tabla de resultados y análisis para la sección hidráulica 62 donde será proyectado el puente.



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Plan: Plan U4 Puente Zampo Emplazamiento1 RS. 62 Profile: PF 1				
E.G. US. (m)	3.06	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	3.04	E.G. Elev (m)	3.06	3.05
Q Total (m3/s)	119.86	W.S. Elev (m)	3.04	2.95
Q Bridge (m3/s)	54.63	Crit W.S. (m)	1.63	1.58
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.61	2.53
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	0.52	1.39
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	228.80	86.05
Weir Submerg		Froude # Chl	0.14	0.29
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	217.70	120.91
Min El Weir Flow (m)	0.75	Hydr Depth (m)	1.43	2.31
Min El Prs (m)	5.00	W.P. Total (m)	169.78	48.26
Delta EG (m)	0.02	Conv. Total (m3/s)	7395.6	3163.5
Delta WS (m)	0.09	Top Width (m)	160.05	37.32
BR Open Area (m2)	130.93	Frctn Loss (m)	0.00	0.00
BR Open Vel (m/s)	0.71	C & E Loss (m)	0.01	0.01
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	3.47	25.10
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

Las velocidades obtenidas en la entrada y salida de la obra son:

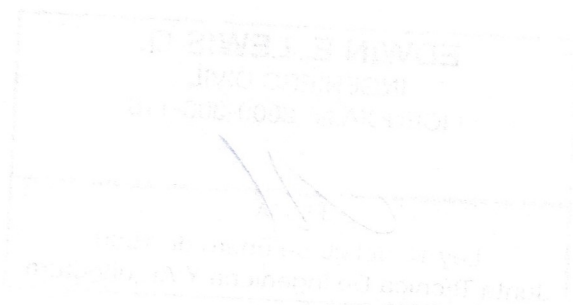
- Velocidad entrada: 0.52 m/s
- Velocidad salida: 1.39 m/s

La elevación de la lámina de agua para un periodo de retorno de 100 años en la entrada y salida de la obra son:

- Altura entrada: 3.04 m
- Altura salida: 2.95 m.

En base a los resultados obtenidos para el puente a proyectar se observa la altura de la lámina de agua máxima es de 3.04 metros. Por lo tanto, el puente deberá tener cota mínima de calzada:

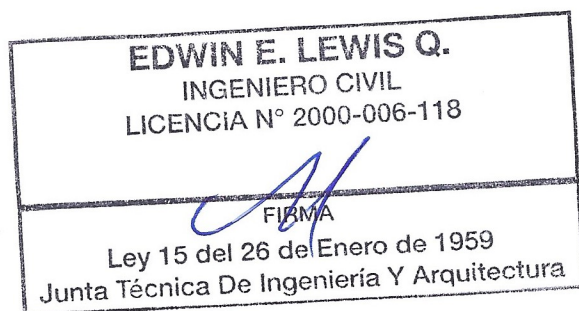
- Cota mínima inferior de la estructura a proyectar: $3.04 + 1.80 \text{ m (de resguardo)} = 4.84 \text{ metros.}$



APENDICE 1. PLANO DELIMITACION CUENCA

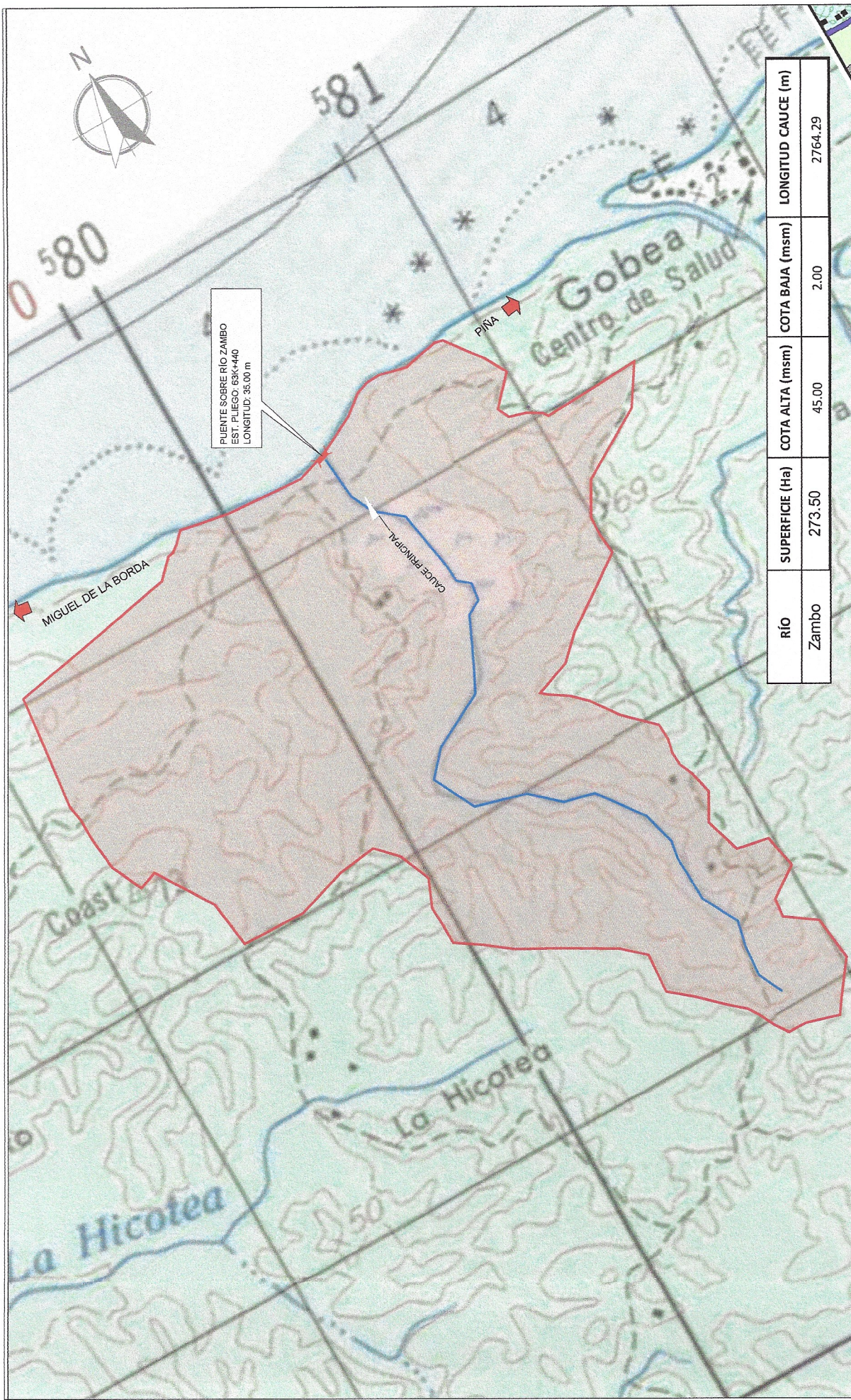
PUENTE SOBRE EL RIO ZAMBO – EST 63K+440






APENDICE 2. SECCIONES TRANSVERSALES


PUENTE SOBRE EL RIO ZAMBO – EST 63K+440




RÍO	SUPERFICIE (Ha)	COTA ALTA (msm)	COTA BAJA (msm)	LONGITUD CAUCE (m)
Zambo	273.50	45.00	2.00	2764.29


REPUBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE
SANTIDAD PÚBLICA


CONANSA


INIMPA

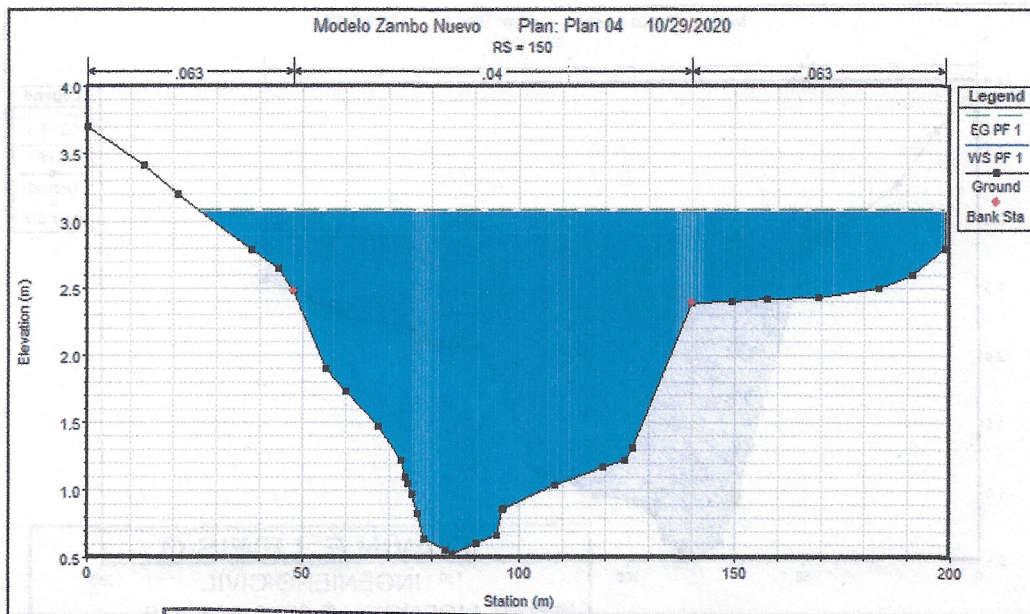
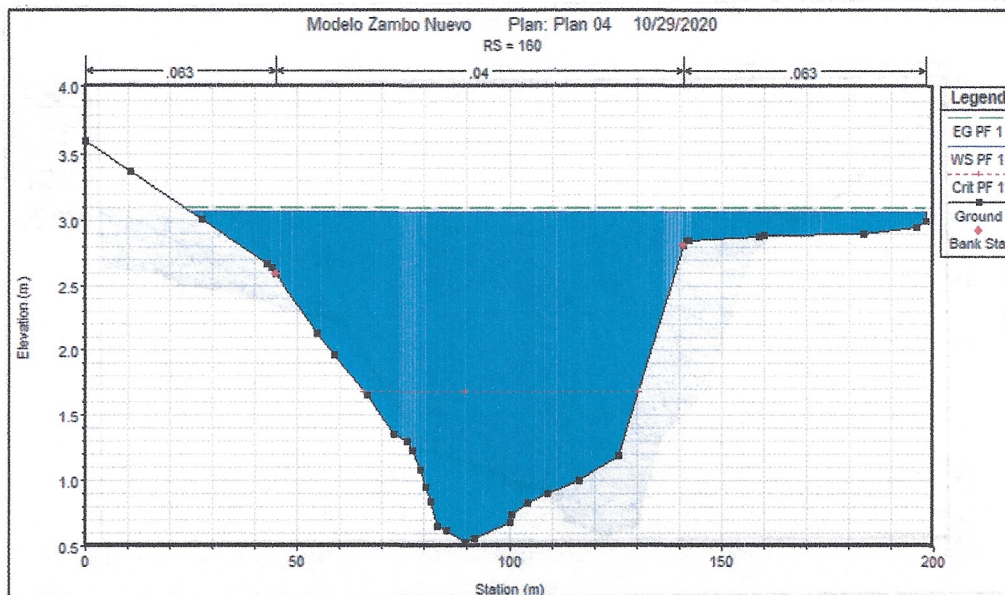
CONSTRUCTORA:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA
CATÓN - MIGUEL DE LA BORDA
PROVINCIA DE COLÓN
UAL-1-13-20

TÍTULO DEL PLANO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO- PUENTE SOBRE RÍO ZAMBO
CUENCA DE DRENAJE

ESCALA:
1/5000
ORIGINAL 610x814 mm

Nº PLANO:
APD-01
HOJA 01 de 01

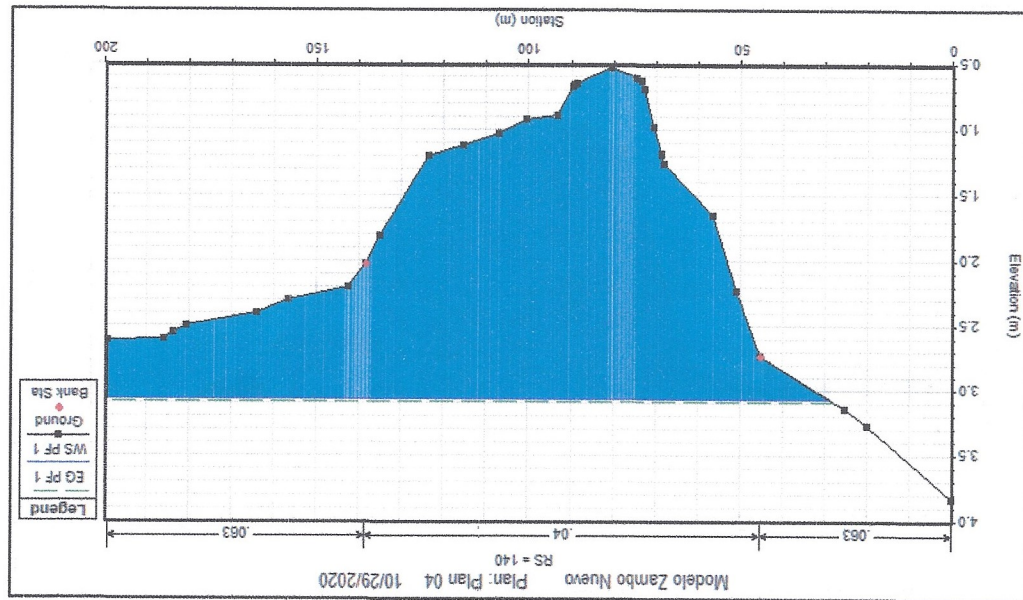
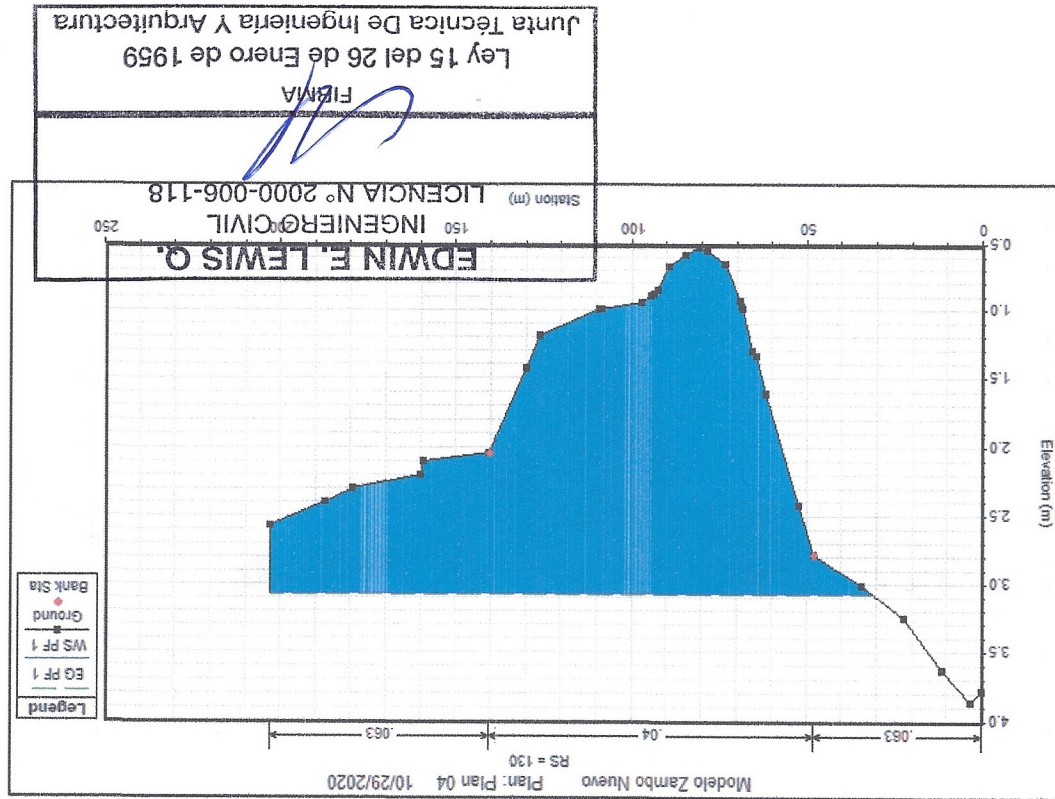
FECHA:
OCTUBRE
2020



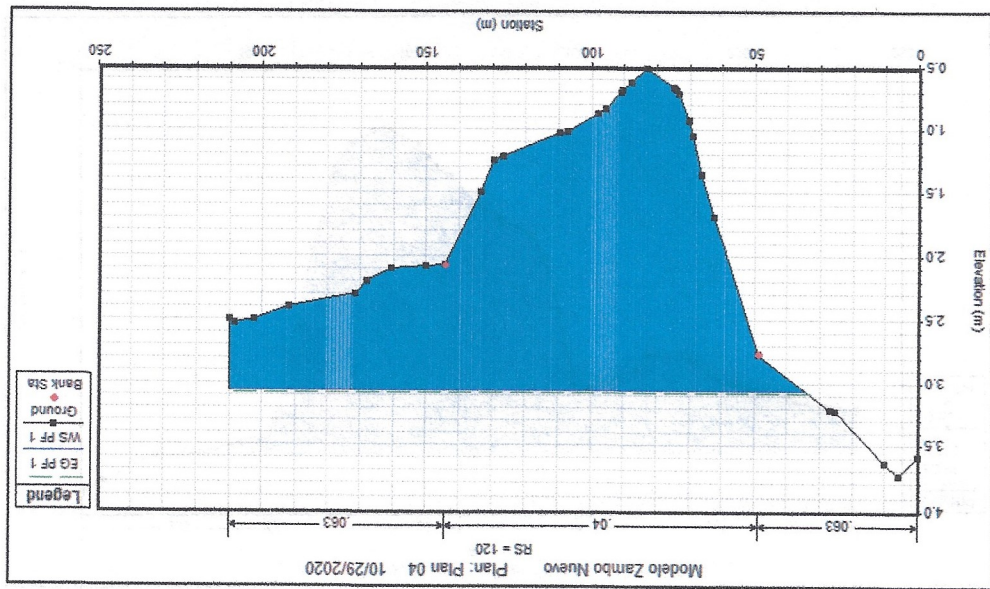
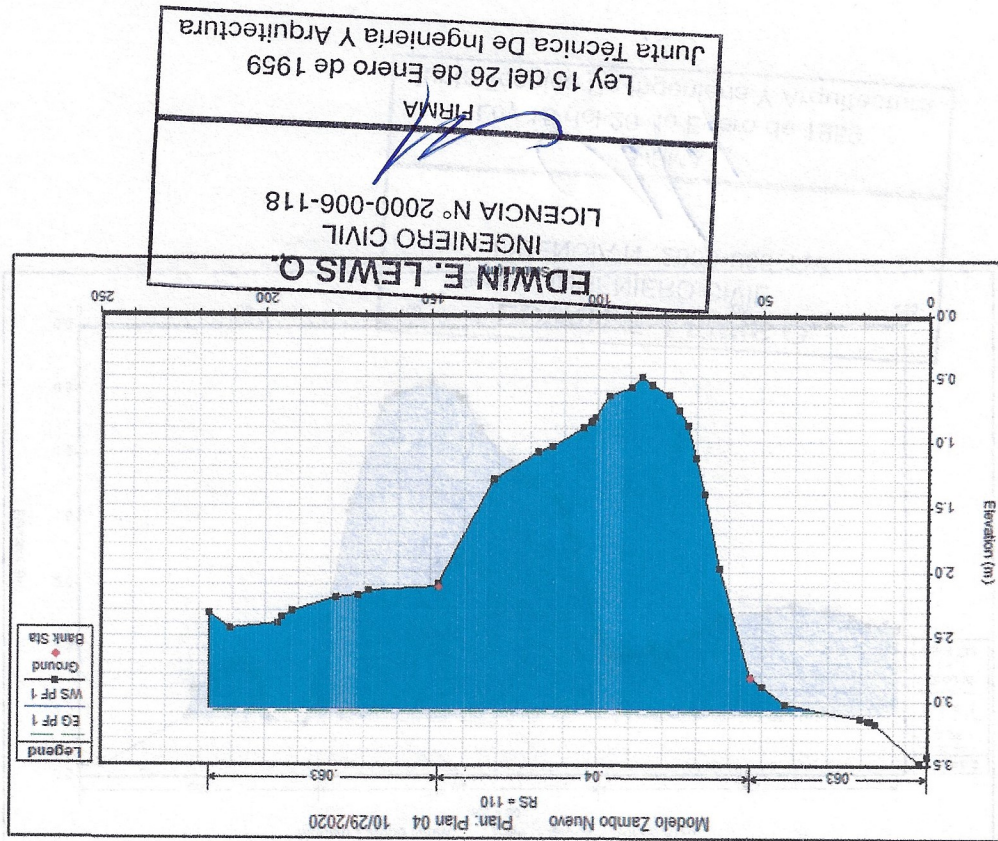
EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

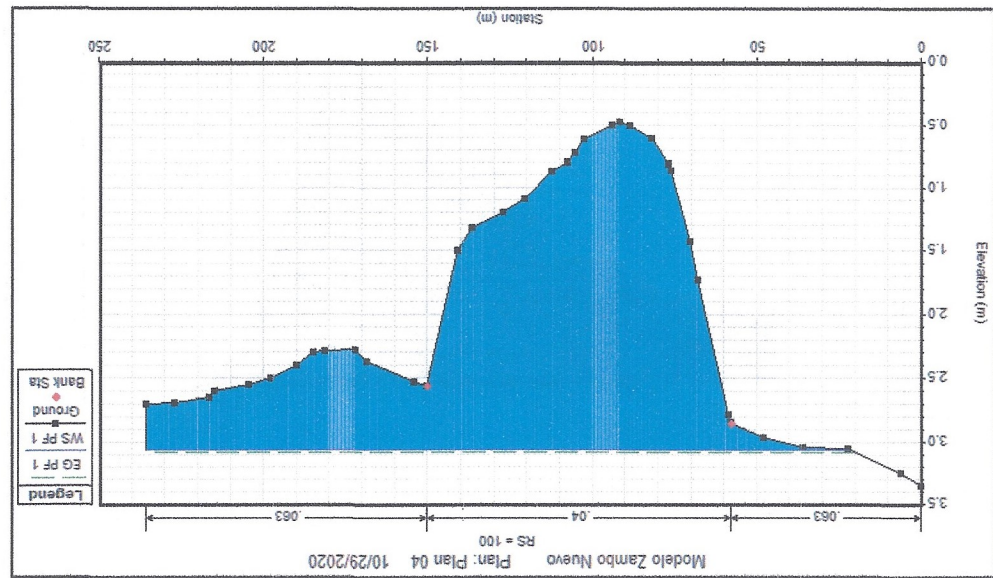
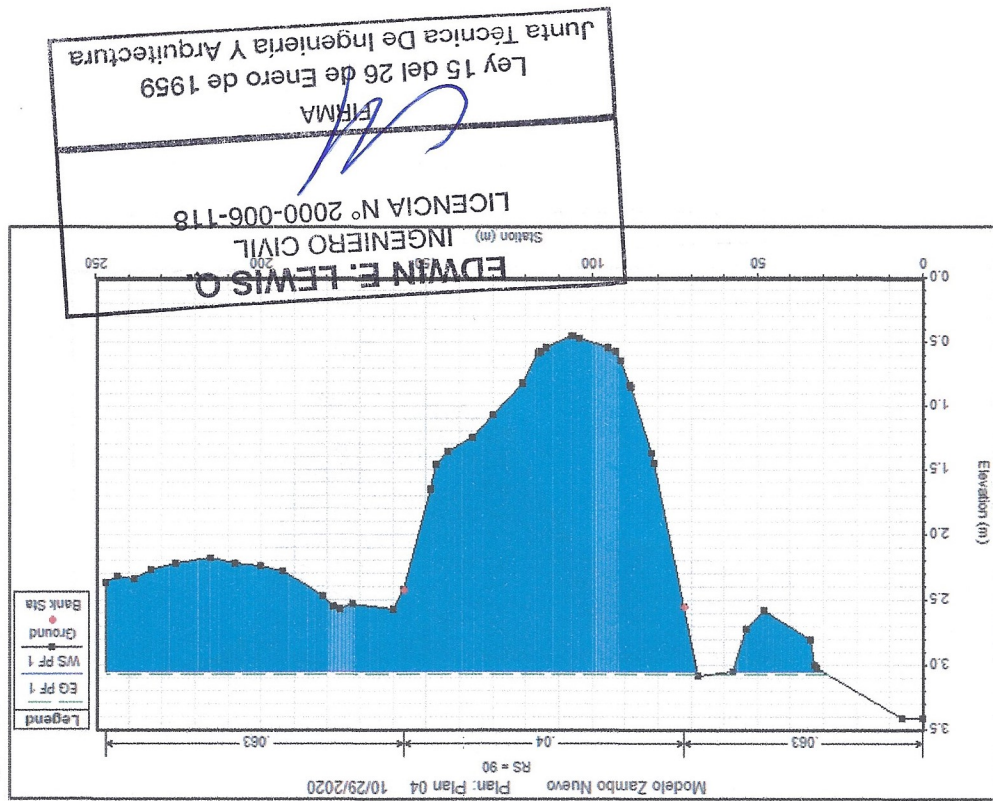
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

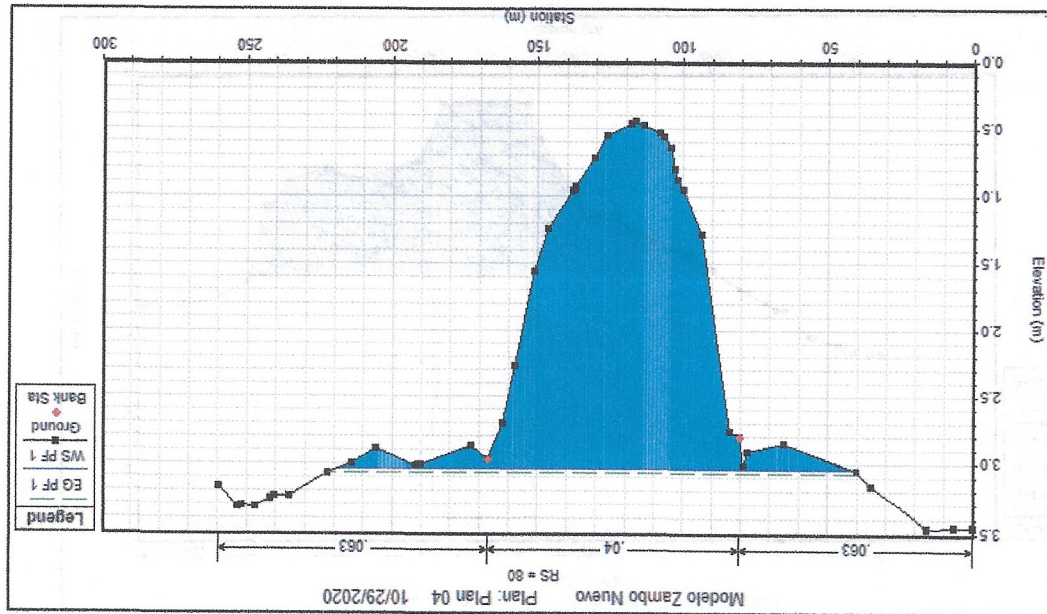
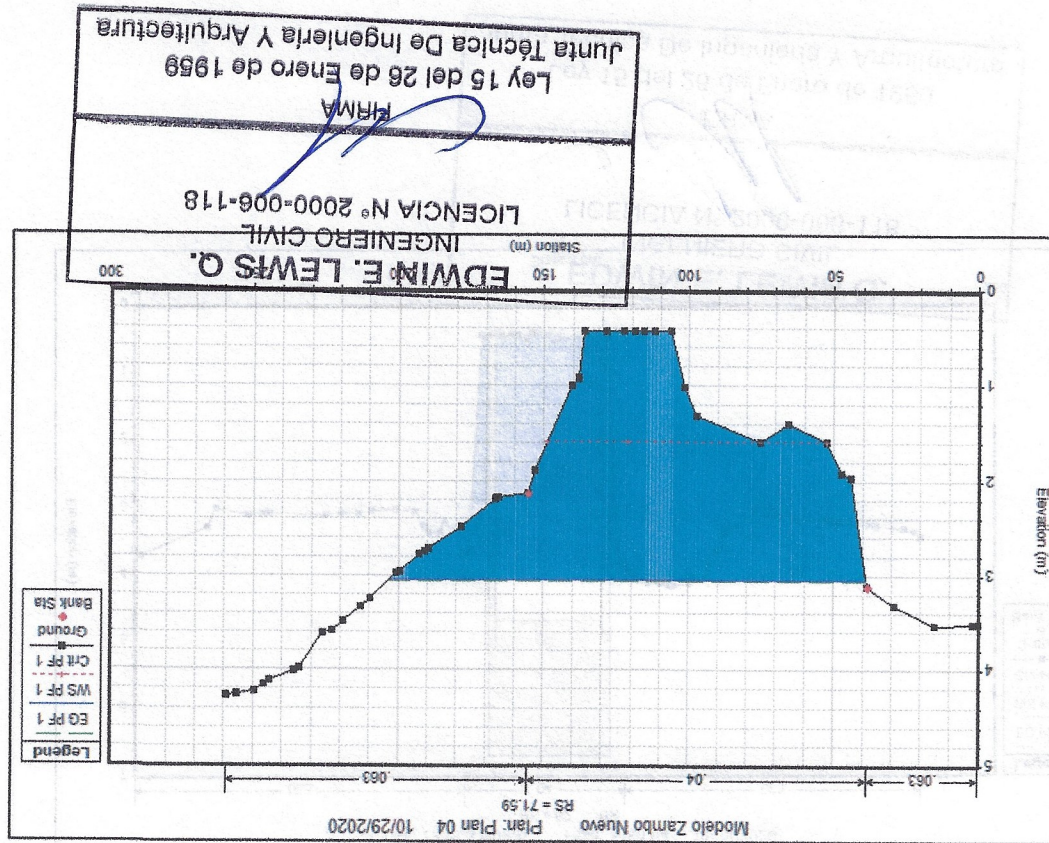


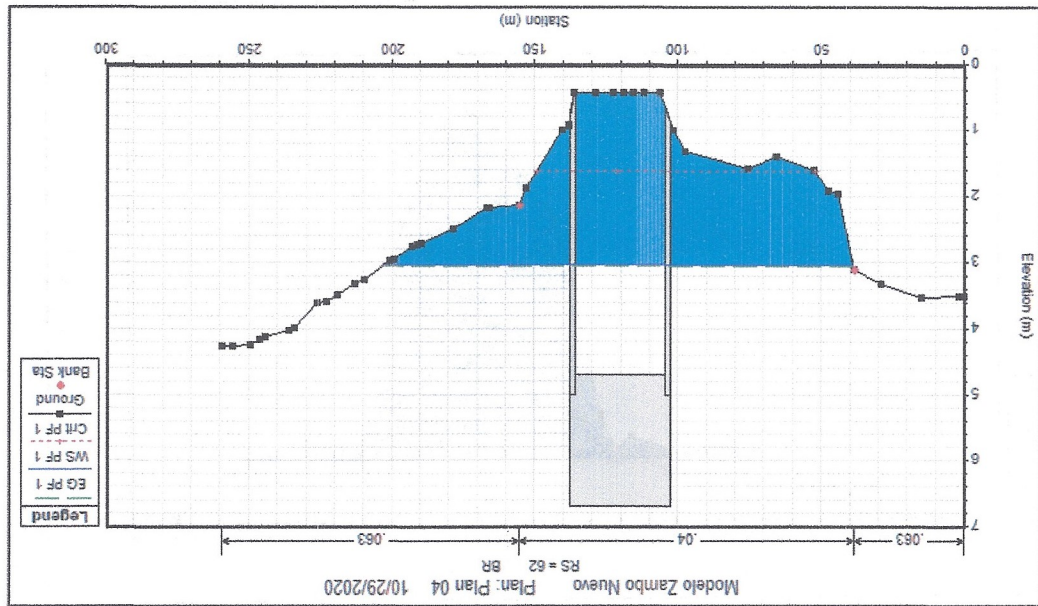
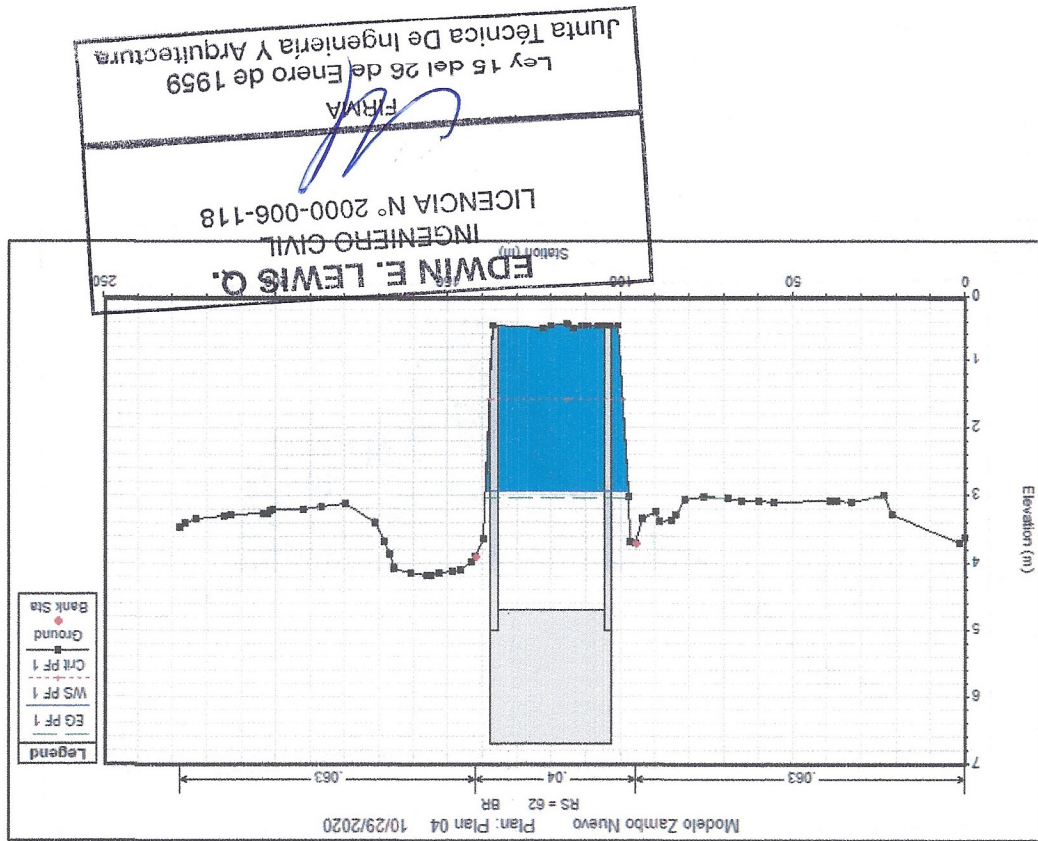
inifra





inicia



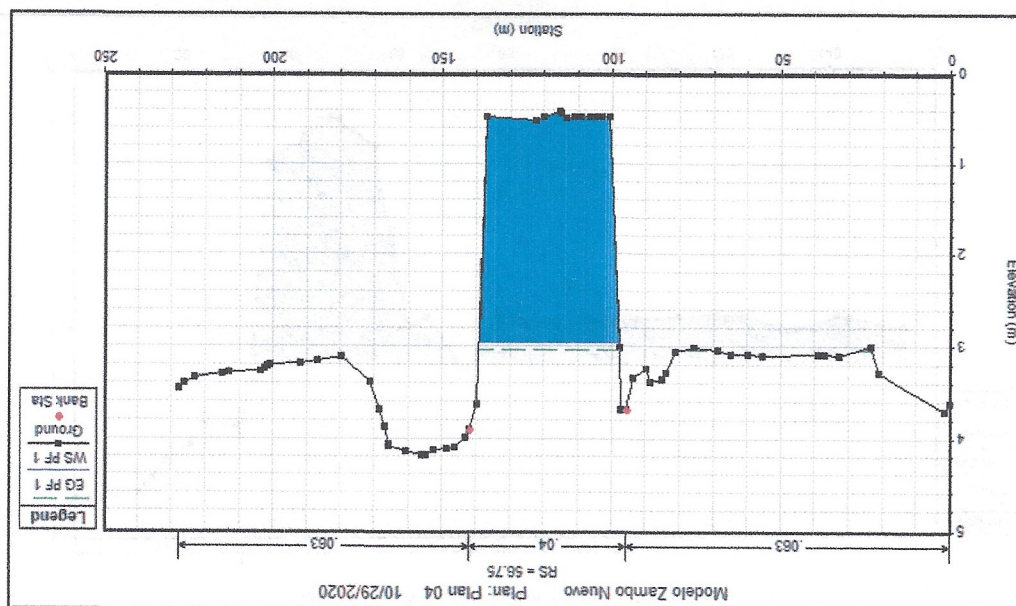
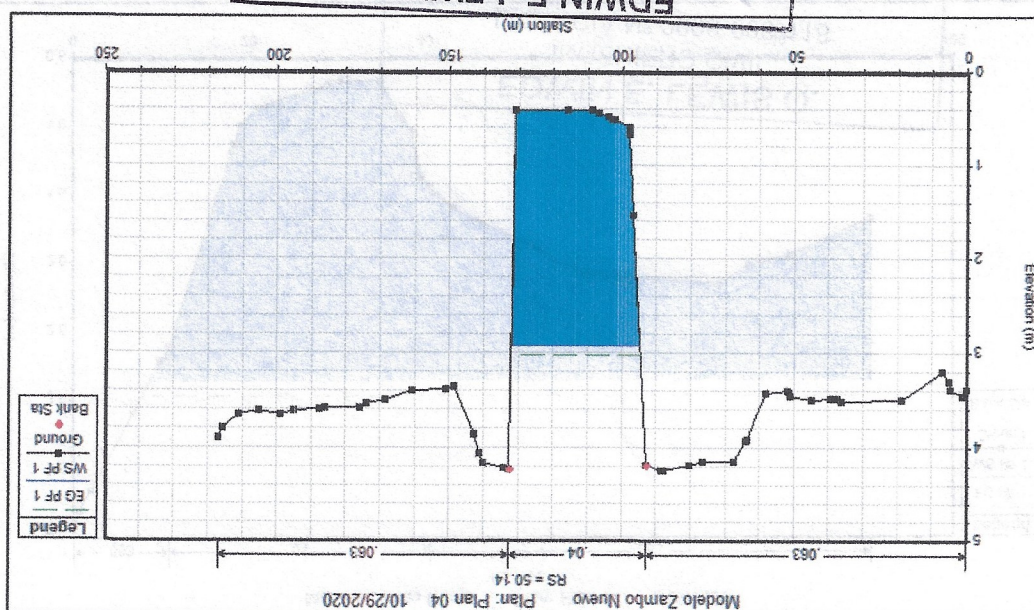


inifra

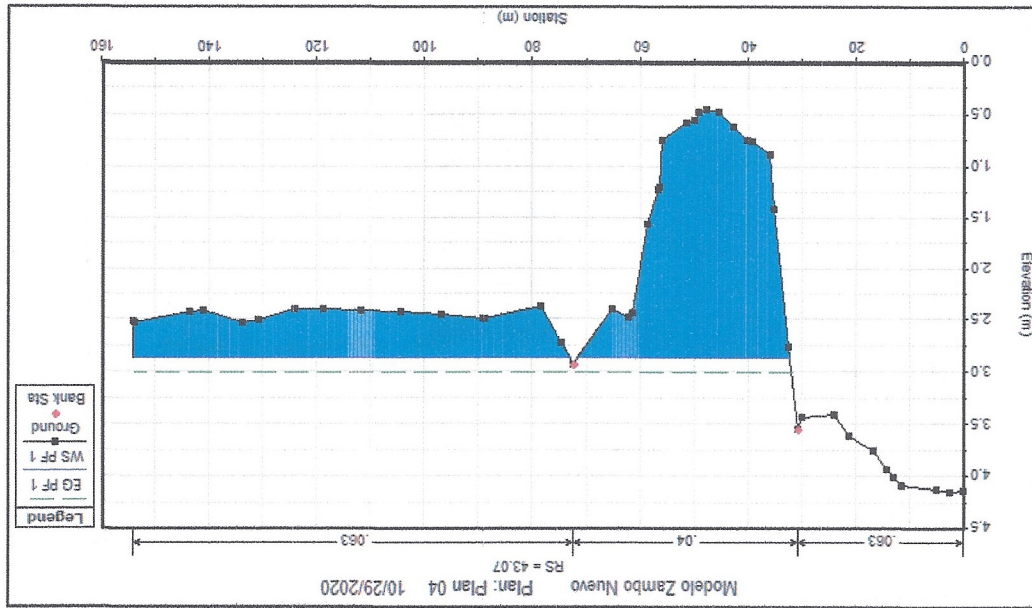
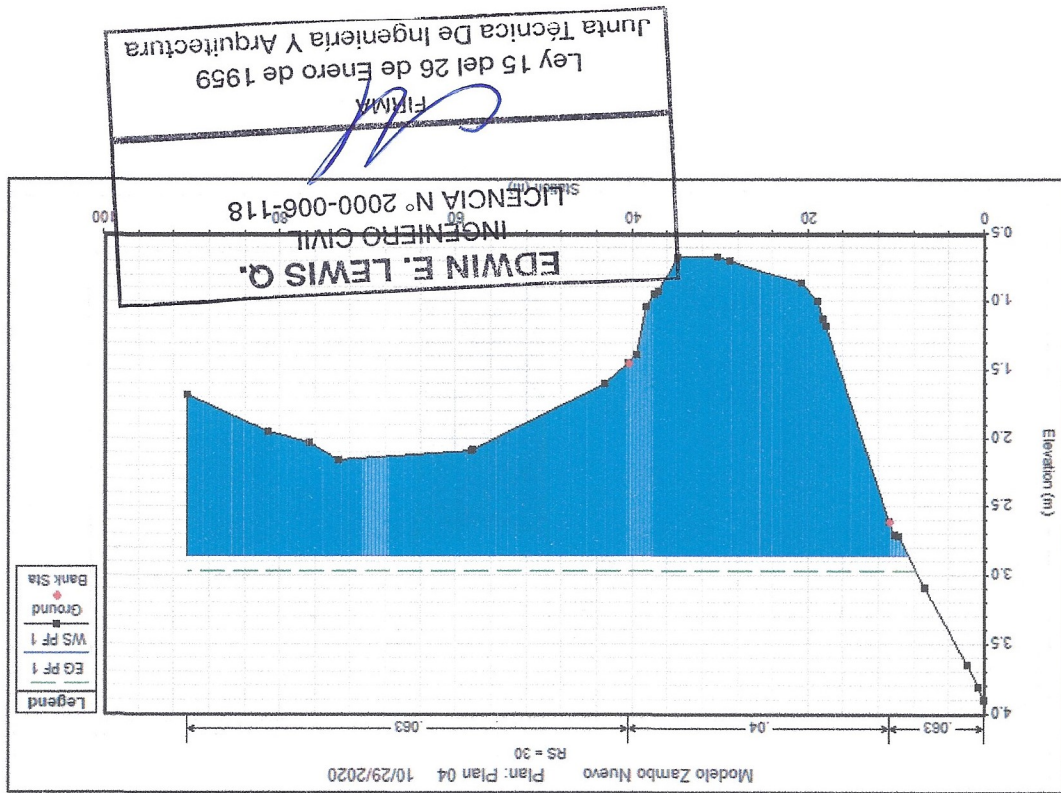
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

~~FRAMA~~

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

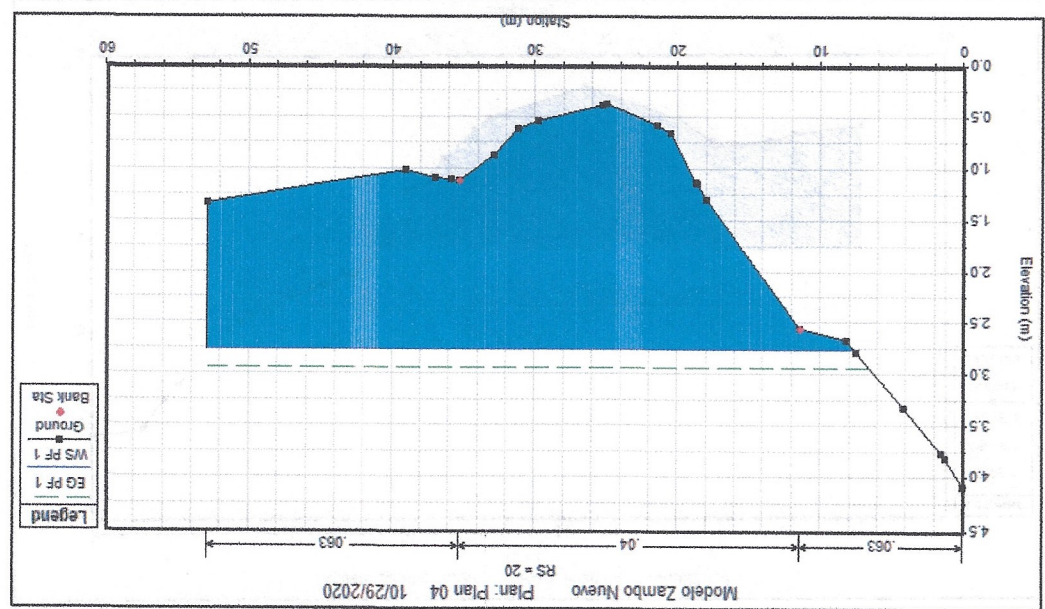
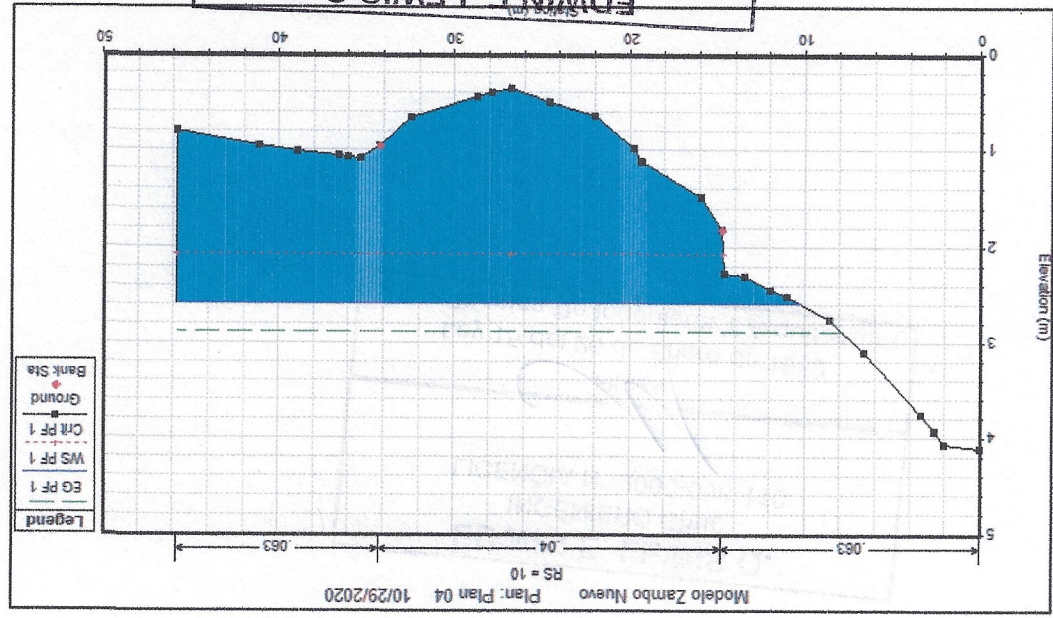


— *rejoice* —



inicia

EDWIN E. LEWIS O.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

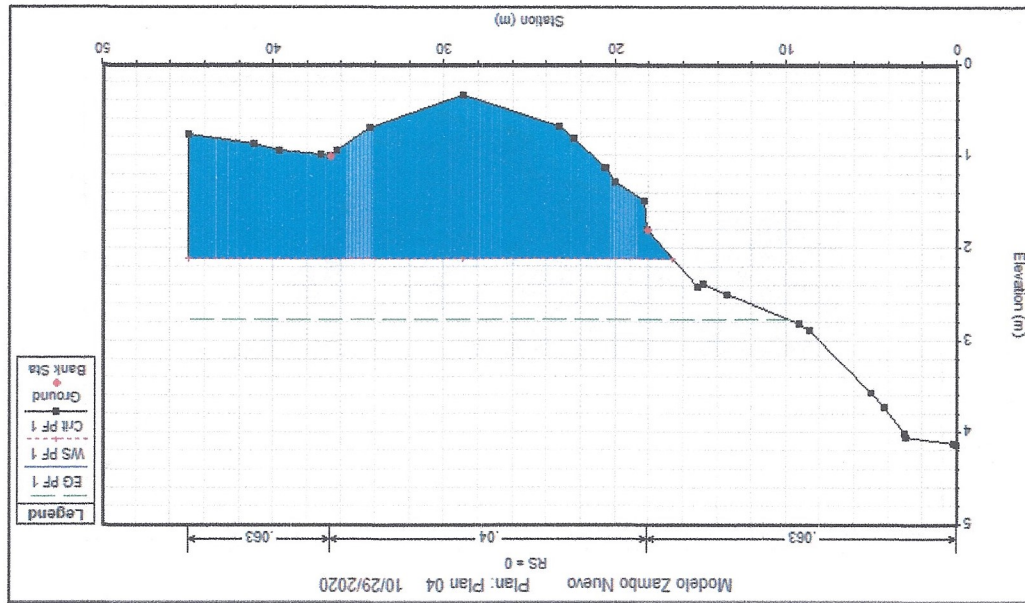


inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

Firma

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



inicia

APENDICE 3. PERFIL LONGITUDINAL

PUENTE SOBRE EL RIO ZAMBO – EST 63K+440

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

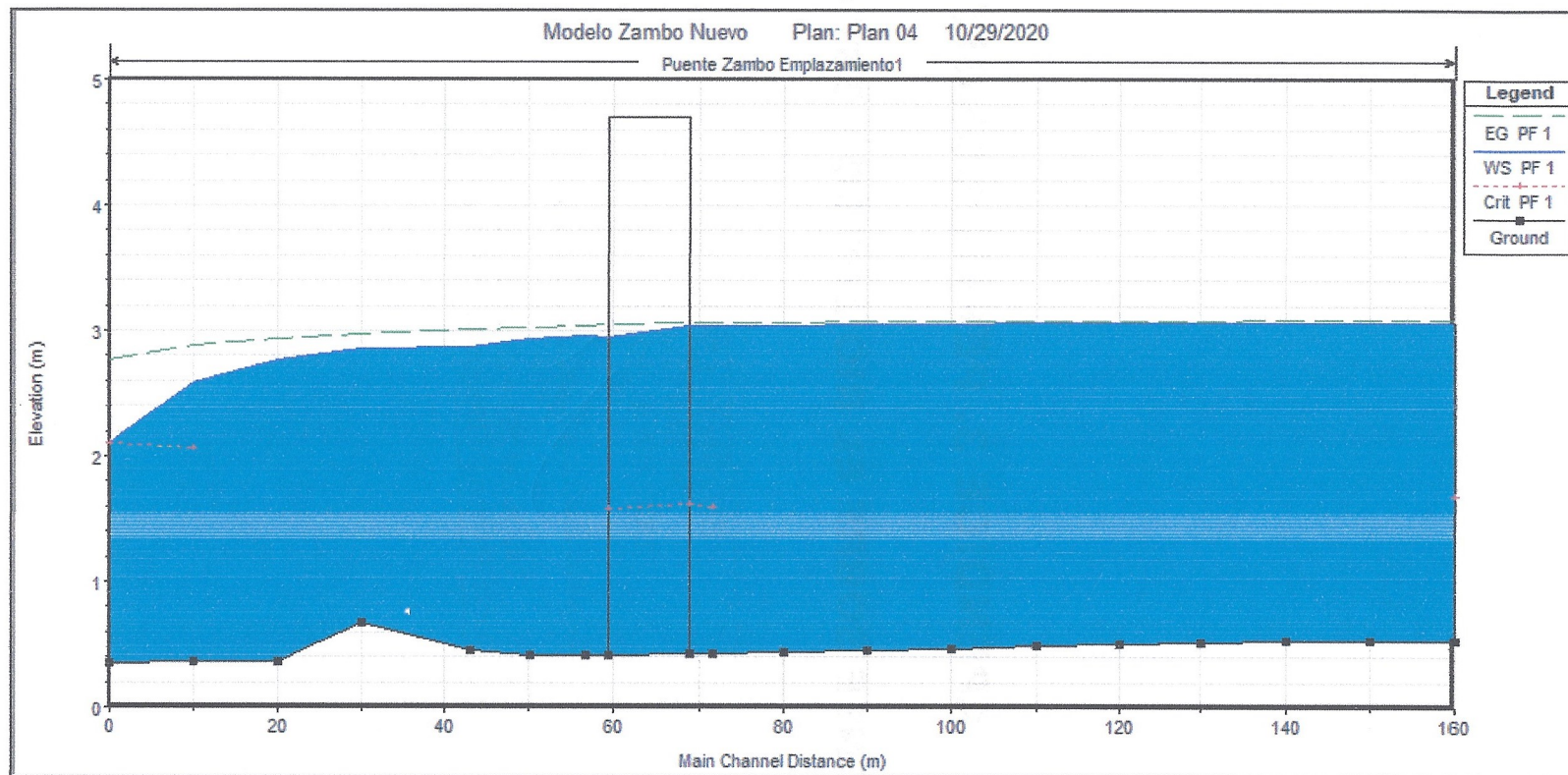


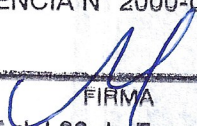
EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



[Signature]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



EDWIN E. LEWIS Q. INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

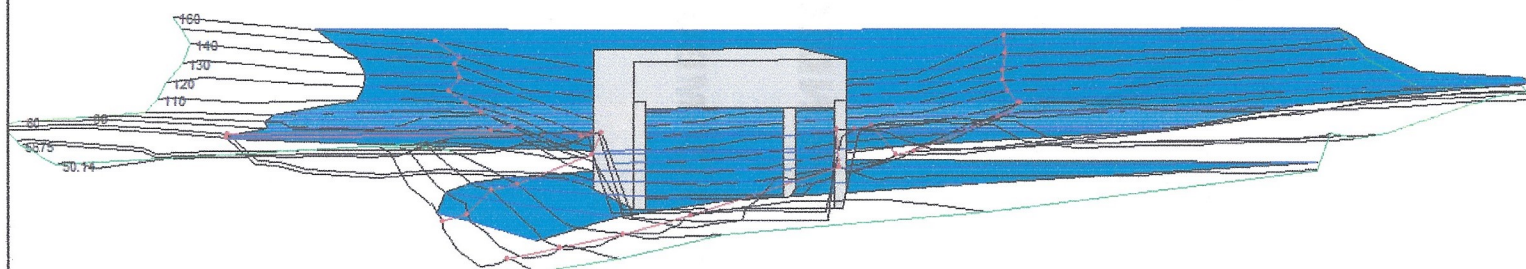
APENDICE 4. MODELO

PUENTE SOBRE EL RIO ZAMBO – EST 63K+440

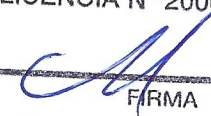


Modelo Zambo Nuevo Plan: Plan 04 10/29/2020

Legend
WS PF 1
Ground
Bank Sta



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118


FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

PUENTE SOBRE EL RIO ZAMBO – EST 63K+440

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Emplazamiento1	160	PF 1	119.86	0.53	3.07	1.68	3.10	0.000411	0.72	178.34	173.38	0.18
Emplazamiento1	150	PF 1	119.86	0.53	3.07		3.09	0.000337	0.68	205.81	172.21	0.16
Emplazamiento1	140	PF 1	119.86	0.53	3.07		3.09	0.000299	0.65	214.18	170.25	0.15
Emplazamiento1	130	PF 1	119.86	0.52	3.07		3.08	0.000281	0.63	223.79	171.39	0.15
Emplazamiento1	120	PF 1	119.86	0.51	3.06		3.08	0.000277	0.62	227.35	175.77	0.15
Emplazamiento1	110	PF 1	119.86	0.49	3.06		3.08	0.000268	0.62	231.85	182.50	0.14
Emplazamiento1	100	PF 1	119.86	0.47	3.06		3.08	0.000285	0.64	223.47	213.54	0.15
Emplazamiento1	90	PF 1	119.86	0.45	3.05		3.07	0.000271	0.64	237.73	207.28	0.15
Emplazamiento1	80	PF 1	119.86	0.44	3.04		3.07	0.000491	0.80	158.20	175.91	0.19
Emplazamiento1	71.59	PF 1	119.86	0.43	3.04	1.59	3.06	0.000213	0.54	238.75	164.13	0.13
Emplazamiento1	62	Bridge										
Emplazamiento1	56.75	PF 1	119.86	0.42	2.96		3.04	0.000858	1.25	96.21	41.34	0.26
Emplazamiento1	50.14	PF 1	119.86	0.42	2.93		3.03	0.001070	1.38	86.98	37.30	0.29
Emplazamiento1	43.07	PF 1	119.86	0.45	2.87		3.01	0.003164	1.79	90.74	120.44	0.47
Emplazamiento1	30	PF 1	119.86	0.67	2.86		2.97	0.002176	1.69	98.44	81.85	0.41
Emplazamiento1	20	PF 1	119.86	0.37	2.76		2.94	0.003268	2.06	70.57	45.20	0.50
Emplazamiento1	10	PF 1	119.86	0.36	2.59	2.07	2.89	0.005164	2.65	54.68	35.55	0.63
Emplazamiento1	0	PF 1	119.86	0.35	2.11	2.11	2.77	0.015779	3.85	36.02	28.36	1.05

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m ³ /s)	Q Channel (m ³ /s)	Q Right (m ³ /s)	Top Width (m)
Emplazamiento1	160	PF 1	3.10	3.07	0.03	0.00	0.00	0.55	118.30	1.01	173.38
Emplazamiento1	150	PF 1	3.09	3.07	0.02	0.00	0.00	0.65	112.12	7.09	172.21
Emplazamiento1	140	PF 1	3.09	3.07	0.02	0.00	0.00	0.23	111.41	8.22	170.25
Emplazamiento1	130	PF 1	3.08	3.07	0.02	0.00	0.00	0.18	108.30	11.39	171.39
Emplazamiento1	120	PF 1	3.08	3.06	0.02	0.00	0.00	0.16	108.49	11.21	175.77
Emplazamiento1	110	PF 1	3.08	3.06	0.02	0.00	0.00	0.09	107.34	12.43	182.50
Emplazamiento1	100	PF 1	3.08	3.06	0.02	0.00	0.00	0.10	111.07	8.70	213.54
Emplazamiento1	90	PF 1	3.07	3.05	0.02	0.00	0.00	1.03	105.65	13.18	207.28
Emplazamiento1	80	PF 1	3.07	3.04	0.03	0.00	0.01	0.36	119.21	0.29	175.91
Emplazamiento1	71.59	PF 1	3.06	3.04	0.01	0.00	0.00		115.86	4.00	164.13
Emplazamiento1	62	Bridge									
Emplazamiento1	56.75	PF 1	3.04	2.96	0.08	0.01	0.00		119.86		41.34
Emplazamiento1	50.14	PF 1	3.03	2.93	0.10	0.01	0.00		119.86		37.30
Emplazamiento1	43.07	PF 1	3.01	2.87	0.14	0.03	0.01		103.89	15.97	120.44
Emplazamiento1	30	PF 1	2.97	2.86	0.11	0.02	0.01	0.05	87.96	31.85	81.85
Emplazamiento1	20	PF 1	2.94	2.76	0.18	0.04	0.01	0.12	86.48	33.26	45.20
Emplazamiento1	10	PF 1	2.89	2.59	0.30	0.08	0.04	0.34	92.79	26.73	35.55
Emplazamiento1	0	PF 1	2.77	2.11	0.66			0.13	98.88	20.84	28.36

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Signature]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



Diseño y Construcción para la Rehabilitación de la Carretera Gatún – Miguel de la Borda

ME-TR1-GD-02_002 ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO

Versión:

ME-TR1-GD-02_002_ESTUDIO HIDROLÓGICO

Fecha:

27 de enero de 2020

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118


FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



REPÚBLICA DE PANAMÁ
— GOBIERNO NACIONAL —

MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

Índice.

1	INTRODUCCION.....	1
2	NORMATIVA APLICADA	1
3	Inventario de las obras de drenaje existentes	2
4	Drenaje transversal	4
4.1	Metodología de cálculo	4
4.2	Estudio de cuencas	10
4.3	Criterios para dimensionamiento de obras de drenaje transversal	12
4.4	Obras de drenaje transversal proyectadas.....	13
5	Drenaje longitudinal	14
5.1	Periodo de retorno y tiempo de concentración	14
5.2	Intensidad de precipitación	14
5.3	Coefficiente de escorrentía.....	15
5.4	Obras de drenaje longitudinal proyectadas: Cuneta trapezoidal	15
6	Conclusiones	19

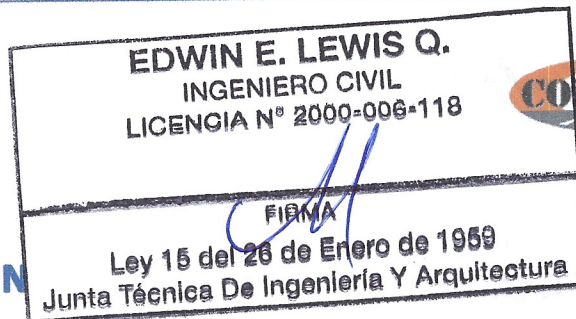
EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



1 INTRODUCCION

Se desarrolla el proyecto Diseño y Construcción para la Rehabilitación de la Carretera Gatún – Miguel de la Borda, con un total de 67.7 km de tramo principal y dos ramales de 600 y 800 m en el poblado de Miguel de la Borda.

El proyecto se ha tramificado en función de las actuaciones, teniendo en cuenta también áreas con características similares.

En base a eso, se ha dividido el proyecto en varios tramos:

- Tramo 1: Est.0k+000 a Batería 35 (10K+600).
- Tramo 2: Batería 35 (Est.10K+600) a Río Indio (52K+300).
- Tramo 3: Río Indio (52K+300) a Miguel de la Borda (67k+700).

En la memoria en desarrollo se analiza la hidrología para el cálculo de obras de drenaje transversal y longitudinal de la vía del tramo 1, inicio del proyecto Est.0k+000 hasta Batería 35 Est.10k+600.

2 NORMATIVA APLICADA

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del drenaje del camino:

- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2003).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2002).

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

- Hydraulic Design of Highway Culverts (FHWA-NHI-01-020), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2005).
- Urban Drainage Design Manual (FHWA-NHI-10-009), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2009).

3 Inventario de las obras de drenaje existentes

Se ha procedido a la realización de una visita de campo con el fin de confeccionar un inventario completo de las obras de drenaje existentes en la carretera, localizándolas sobre el terreno, plasmando su situación en las plantas generales y describiendo pormenorizadamente sus características geométricas, constructivas y estado de conservación, de forma que quedaran lo suficientemente definidas para estudiar su capacidad hidráulica y las características de su posible ampliación.

Todas aquellas obras de drenaje que no cumplan los mínimos de capacidad requerida o tengan un mal estado de conservación serán sustituidas por nuevas obras de drenaje, los nuevos diámetros propuestos permitirán el correcto funcionamiento de los elementos de drenaje sin necesidad de mantenimiento.

Drenaje longitudinal:

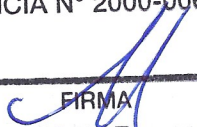
Se han encontrado tramos donde actualmente existen cunetas excavadas en tierras. Debido a la ampliación de la calzada estas cunetas se tendrán que demoler y reconstruir donde sean necesarias.

Drenaje transversal:

Se han encontrado un total de 21 obras de drenaje transversal en el primer tramo de estudio. Todas las obras de drenaje existentes están constituidas por tubos de hormigón armado.

A continuación, se adjunta un cuadro resumen con las características y estado de cada una de las obras existentes:

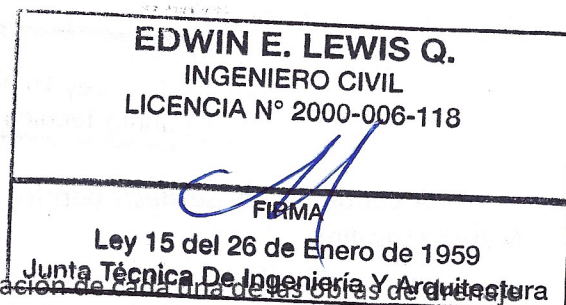
Estación	N° elementos totales	Diámetro (m)
K+384	1	0.60
K+452	1	0.90
K+529	2	0.90
1K+276	1	0.90
1K+581	1	0.90
1K+837	1	0.90
2K+116	1	0.60
3K+132	1	0.60
3K+401	1	0.60
4K+199	1	0.90
4K+531	1	0.75
4K+719	1	0.90
5K+000	1	0.60
5K+619	1	0.90
5K+666	1	0.75
7K+306	1	0.75
8K+196	1	0.90
8K+381	1	0.90
8K+583	1	0.90
8K+763	1	0.90
9K+820	1	1.20

EDWIN E. LEWIS Q. INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

4 Drenaje transversal

4.1 Metodología de cálculo

Para la obtención de los caudales de aportación de cada una de las obras de drenaje se seguirá lo establecido en las normativas estatales de Panamá.



4.1.1 Determinación de caudales

Con las áreas de aportación definidas y debidamente identificadas en los mapas, se define el método y parámetros a utilizarse para el cálculo de las escorrentías.

Para las áreas de drenaje menores de 250 has. Se usará el método racional de crecidas y para áreas mayores de 250 has. Se usará los parámetros indicados en el Resumen Técnico "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá periodo de 1971-2006" elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) en septiembre de 2,008.

Según lo comentado anteriormente, el método de cálculo para el dimensionamiento hidráulico depende de las dimensiones de las cuencas aportantes. A continuación, se detalla ambos métodos de cálculo:

- Cuencas superiores a 250 Ha. Método Lavalin "Análisis Regional de Crecidas Máximas".
- Cuencas Inferiores a 250 Ha. Método Racional

4.1.1.1 Método de Lavalin

Para áreas mayores de 250 has. se empleará la metodología desarrollada por el IRHE "Análisis Regional de Crecidas Máximas", elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008.

A continuación, se describen los pasos a tener en cuenta para el cálculo por el Método Lavalin:

- Se determina el área de drenaje de la cuenca del sitio de interés en Km².
- De acuerdo a la localización geográfica del recurso a analizar, se determina la zona a la que pertenece según la Región Hidrológicamente Homogénea (ETESA).
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones elaboradas por ETESA para este fin, en función de la Zona establecida.

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

Ilustración 1 Cuadro 7, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá
Periodo 1971-2006"

- Se calcula el Qmax instantáneo para el periodo de retorno requerido, multiplicando el caudal antes obtenido por uno de los siguientes factores en función del sitio de estudio.

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1950
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



Factores $Q_{\max.}/Q_{prom.\max}$ 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

**Ilustración 2 Cuadro 6, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá
 Período 1971-2006"**

Para la zona de estudio, Zona 3, la tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Fórmula 2.

Para el cálculo del caudal promedio se aplica la Ecuación 2, dada por la siguiente expresión:

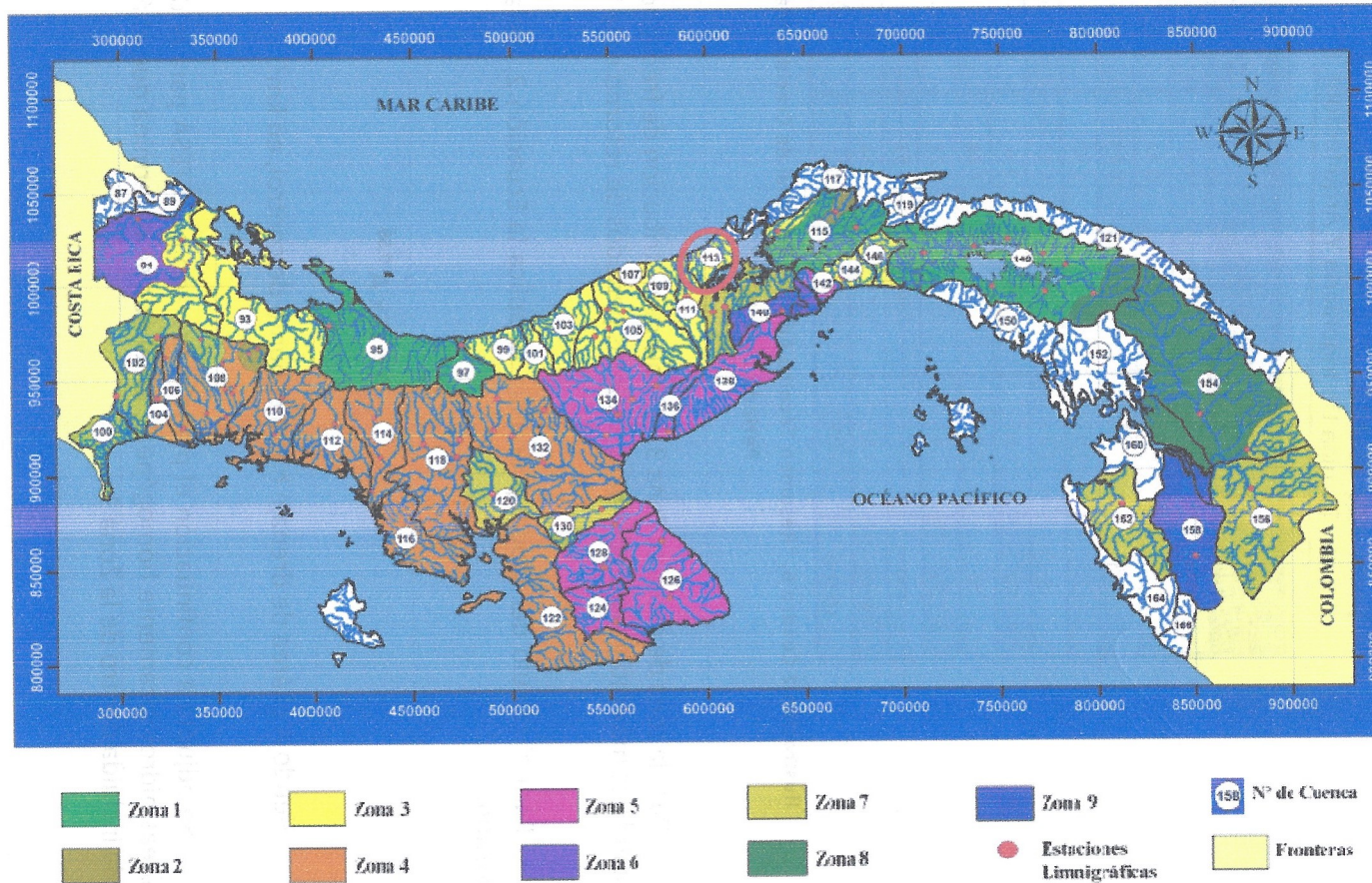
$$Q = 25x A^{0.59}$$

Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km².

Se adjunta a continuación el plano elaborado por ETESA para la determinación de las áreas hidrológicamente homogéneas, en el que se determina que el área del Proyecto queda incluida dentro de la Zona 3.



República de Panamá
Regiones Hidrológicamente Homogéneas



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

FIRMA

4.1.1.2 Método Racional.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Siendo:

- Q: caudal punta de cálculo (m3/s)
- I: máxima intensidad media correspondiente a un periodo de retorno considerado y en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/h.
- A: área de la cuenca (Km2).
- C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.

Coeficiente escorrentía

El coeficiente de escorrentía (c) define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad (I).

En el caso del proyecto se utilizará un valor de C = 0.85, establecido por el pliego de cargos.

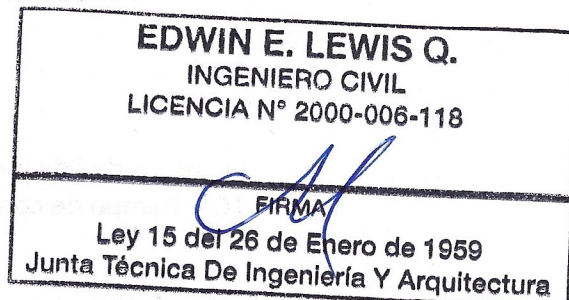
Intensidad

Se utilizará la formulación para intensidad recogida en el estudio con nombre "Diseño del Sistema Pluvial de la Ciudad de Colón", elaborado para el Ministerio de Obras Públicas en 1981.

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, 20, 25, 30 y 50 años. Se presentan a continuación las que aplicarán al proyecto:

Periodo de retorno 20 años:

$$i = \frac{13.346}{TC + 64.3}$$





Periodo de retorno 50 años:

$$i = \frac{15.508}{TC + 71.7}$$

En donde:

i = Intensidad de lluvia en pulg./hora.

TC = Tiempo de concentración en minutos.

Periodo de retorno

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

El período de retorno a utilizar dependerá del tipo de estructura a diseñar. Para el diseño del drenaje serán usados los criterios siguientes, establecidos en el pliego de cargos.

- 1:20 años para alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos de sistema pluviales, zanjias.
- 1:50 años para cajones pluviales y cauces de ríos y quebradas.
- 1:100 años para puentes.

En el caso que nos ocupa, se harán distinción entre dos tipos de estructuras. Las primeras estarían asociadas a pequeños cauces y quebradas a salvar con alcantarillas tubulares, por lo que se calcularán para un periodo de retorno de 20 años. En las segundas se englobarían los cajones pluviales y cauces de mayor importancia, a calcular para un periodo de retorno de 50 años.

Tiempo de concentración

Se define tiempo de concentración (T_c) como el tiempo necesario para que el agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca llegue a dicha sección.

La duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración.

Una vez representadas las cuencas y deducidas las características físicas de las mismas, la expresión a utilizar es la desarrollada por Kirpich:

$$T_c = 0,02 \times L^{0,77} \times S_o^{-0,385}$$

Donde

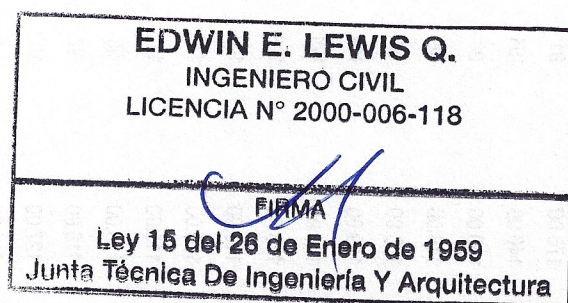
T_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud del cauce principal (m)

S_o = Pendiente del cauce principal (m/m)

4.2 Estudio de cuencas

Se muestran a continuación las características de las cuencas detectadas en la vía a diseñar. Se muestra en el apéndice 2 el plano donde se han delimitado estas cuencas.



inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIAMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ESTACIÓN	SUPERFICIE CUENCA (HA)	LONGITUD DEL CAUSE (m)	COTA SUPERIOR (m)	COTA INFERIOR (entrada ODT)	PENDIENTE DEL CAUSE (min)	Tc (min)	PERIODO DE RETORNO (años)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
K+384	3.31	234	170.00	83	0.37	5.00	20	201.44	0.85	1.58
K+452	3.08	239	170.00	89	0.34	5.00	20	201.12	0.85	1.46
K+529	4.34	261	170.00	91	0.30	5.00	20	200.39	0.85	2.05
1K+276	4.86	229	140.00	104	0.16	5.00	20	199.27	0.85	2.29
1K+581	5.14	206	140.00	98	0.20	5.00	20	200.60	0.85	2.44
1K+837	6.50	200	154.00	98	0.28	5.00	20	201.51	0.85	3.09
2K+116	5.55	380	155.00	98	0.33	5.00	20	195.33	0.85	2.56
3K+132	2.43	104	119.00	112	0.07	5.00	20	201.24	0.85	1.15
3K+401	1.77	111	131.00	121	0.09	5.00	20	201.61	0.85	0.84
4K+199	2.86	185	115.00	108	0.04	5.00	20	195.61	0.85	1.32
4K+531	1.03	100	113.00	106	0.07	5.00	20	201.51	0.85	0.49
4K+719	2.54	130	115.00	111	0.03	5.00	20	197.59	0.85	1.18
5K+000	1.60	96	115.00	112	0.03	5.00	20	199.64	0.85	0.75
5K+619	1.12	90	116.00	95	0.23	5.00	20	204.01	0.85	0.54
5K+666	1.32	96	116.00	97	0.20	5.00	20	203.59	0.85	0.64
7K+306	4.75	289	127.00	102	0.09	5.00	20	195.32	0.85	2.19
8K+196	2.24	115	103.00	88	0.13	5.00	20	202.24	0.85	1.07
8K+381	1.30	110	103.00	92	0.10	5.00	20	201.87	0.85	0.62
8K+583	1.44	78	110.00	101	0.12	5.00	20	203.40	0.85	0.69
8K+763	1.65	132	110.00	95	0.11	5.00	20	201.35	0.85	0.78
9K+820	2.15	131	101.00	87	0.11	5.00	20	201.24	0.85	1.02

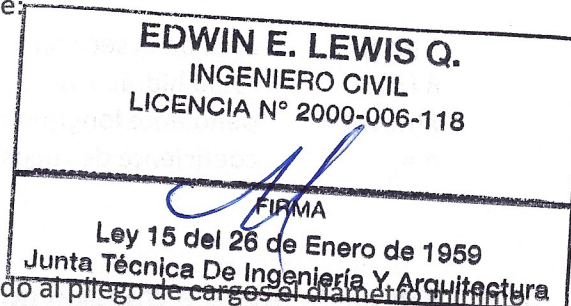
4.3 Criterios para dimensionamiento de obras de drenaje transversal

A continuación, se resumen las características que, según el Ministerio de Obras Públicas, deben tener estos elementos de drenaje:

4.3.1 Criterios de diseño geométrico

Diámetro mínimo

Por motivos de mantenimiento y de acuerdo al pliego de cargas el diámetro mínimo establecido será de 0.60 m.



Velocidad

Todas las obras de drenaje deben cumplir con velocidades mínimas y máximas de 1.0 m/s y 5.0 m/s respectivamente.

Materiales utilizados

Todas las tuberías transversales y longitudinales a la vía serán de hormigón armado, contando con cabezales tipo en la entrada y salida de la ODT.

4.3.2 Metodología de los cálculos hidráulicos

Como norma general, la conversión de caudal a calado en el colector se realiza con la hipótesis de flujo uniforme, es decir, las pérdidas de energía son iguales a la pendiente del colector.

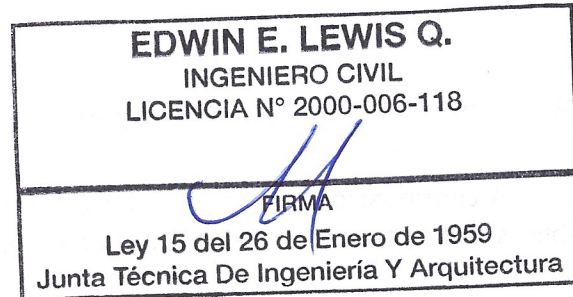
La capacidad de desagüe de los colectores se determina mediante la ecuación de pérdida de energía por rozamiento definida por la fórmula de Manning-Strickler:



$$Q = S \times V = S \frac{R^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n}$$

Siendo:

S (m²) = área de la sección
 R (S/p) = radio hidráulico
 J (m/m) = pendiente longitudinal en régimen uniforme
 n = coeficiente de rugosidad



4.4 Obras de drenaje transversal proyectadas

Se ha diseñado un sistema de drenaje menor el cual cumple todas las exigencias especificadas por el MOP tanto en su normativa como en el pliego de bases del contrato.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con las dimensiones obtenidas de cada una de las obras de drenaje transversal.

ESTACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	ACTUACIÓN	SECCIÓN PROYECTADA		
			Nº elementos totales	Tubo (DN) (m)	Marco (ancho x alto) (m)
K+384	1.58	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.75	
K+452	1.46	LIMPIEZA	1	0.90	
K+529	2.05	LIMPIEZA	2	0.90	
1K+276	2.29	LIMPIEZA	1	0.90	
1K+581	2.44	LIMPIEZA	1	0.90	
1K+837	3.09	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.05	
2K+116	2.09	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	
3K+132	1.15	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.75	
3K+401	0.84	LIMPIEZA	1	0.60	
4K+199	1.32	LIMPIEZA	1	0.90	
4K+531	0.49	LIMPIEZA	1	0.75	

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ESTACIÓN	CAUDAL (m3/s)	ACTUACIÓN	Nº elementos totales	Tubo (DN) (m)	Marco (ancho x alto) (m)
4K+719	1.18	LIMPIEZA	1	0.90	
5K+000	0.75	LIMPIEZA	1	0.60	
5K+619	0.54	LIMPIEZA	1	0.90	
5K+666	0.64	LIMPIEZA	1	0.75	
7K+306	2.19	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	
8K+196	1.07	LIMPIEZA	1	0.90	
8K+381	0.62	LIMPIEZA	1	0.90	
8K+583	0.69	LIMPIEZA	1	0.90	
8K+763	0.78	LIMPIEZA	1	0.90	
9K+820	1.02	LIMPIEZA	1	1.20	

5 Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal comprende el estudio de dispositivos hidráulicos que deben de recoger el agua de escorrentía superficial y subterránea procedente de la plataforma y de las márgenes que viertan hacia ella, con objeto de alejar el problema que el agua representa para dicha plataforma.

5.1 Periodo de retorno y tiempo de concentración

Para el dimensionamiento del sistema de drenaje longitudinal se ha utilizado un periodo de retorno de 20 años y una duración de lluvia mínima igual al tiempo de concentración de 5 min.

5.2 Intensidad de precipitación

Para el periodo de retorno considerado, la intensidad de precipitación queda tabulada según el MOP por la siguiente fórmula. Según el pliego se empleará un periodo de retorno de 20 años para el diseño del drenaje longitudinal.



$$i = \frac{13.346}{TC + 64.3} \text{ Período de retorno 1 cada 20 años}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

Tc = Tiempo de concentración en minutos. Se considera 5 min para este cálculo.

5.3 Coeficiente de escorrentía

Se utilizará el coeficiente de escorrentía marcado por el pliego de cargos de 0.85.

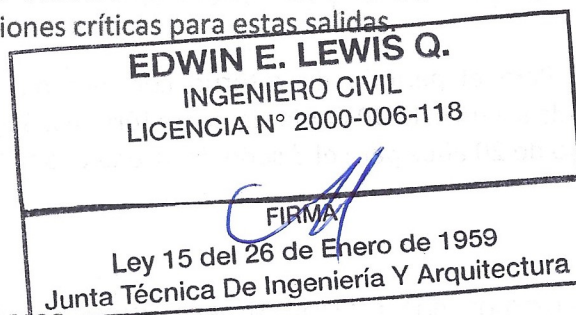
5.4 Obras de drenaje longitudinal proyectadas: Cuneta trapezoidal

La cuneta es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma. La cuneta tendrá igual pendiente longitudinal que la rasante del camino, salvo que se estime necesario ceñirse más al terreno o modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe. Estas cunetas evacuarán el agua que llegue a los márgenes de las vías, a través de un corte.

Se propone cuneta trapezoidal asimétrica, con pendientes en los taludes 1H/1V externo, y talud 2H/1V para el talud aledaño a la vía. Tendrán una base de 0.3 m y una altura de 0.3 m.

5.4.1 Comprobación capacidad

Se proyectarán salidas de estas cunetas de acuerdo con la capacidad de ésta, resumiéndose a continuación las condiciones críticas para estas salidas.



ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Taludes				CUNETETA			
Int.	Ext.			Calado de cálculo			
2	1	H		h	0.31500 m		
1	1	V		Área de la sección	S 0.2433 m ²		
Ancho de la base (0 en triangular)				B	0.30 m		
Calado máximo				H	0.35 m		
Resguardo				r	0.04 m		
Pendiente longitudinal				J	6.03%		
Coeficiente de rugosidad				K	76.92 m ^{1/3} /s		
				Nº de Froude			
				Velocidad de diseño	V 5.7474 m/s		
				Caudal máximo	Q 1398.57 l/s		
				Q	161.42 l/s		
				Caudal de cálculo			

Ilustración 3 Calculo de capacidad de cunetas

Se ha calculado la capacidad de cada tramo de cuneta trapezoidal diseñada y las áreas de aportación por cada tramo, para comprobar su validez.

DRENAJE LONGITUDINAL MIGUEL DE LA BORDA – TRAMO 1									
EST INICIO	EST FIN	LONG.	PTE LONG	MARGEN DE LA VÍA	TIPOLOGÍA	CAUDAL MÁXIMO	ÁREA APORTACIÓN	CAUDAL APORTACIÓN	% CAPACIDAD (Qaport/Qmáx)
		m	%		m	l/s	m2	l/s	
K+160	K+385	225.00	11.64%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,398.16	5,900.00	1,947.71	17%
K+385	K+450	65.00	3.97%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	816.54	2,500.00	481.99	13%
K+450	K+520	70.00	2.64%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	665.86	9,400.00	1,477.84	58%
K+530	K+740	210.00	6.03%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.35	1,398.57	26,200.00	8,651.71	77%
K+740	K+860	120.00	2.55%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.35	909.48	17,700.00	3,800.87	80%
K+860	1K+040	180.00	1.57%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.35	713.63	13,100.00	2,207.30	75%
1K+040	1K+180	140.00	2.17%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	603.68	5,500.00	783.95	37%
1K+180	1K+275	95.00	1.20%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	448.92	6,500.00	688.97	59%

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

CONANSA

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

DRENAJE LONGITUDINAL MIGUEL DE LA BORDA Y TRAMO
Junta Técnica De Ingeniería y Arquitectura

EST INICIO	EST FIN	LONG.	PTE LONG	MARGEN DE LA VÍA	TIPOLOGIA	CAUDAL MÁXIMO	ÁREA APORTACIÓN	CAUDAL APORTACIÓN	% CAPACIDAD (Qaport/Qmáx)
		m	%		m	l/s	m2	l/s	
1K+275	1K+440	165.00	2.65%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	667.12	9,700.00	1,527.89	60%
1K+440	1K+580	140.00	2.44%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	640.14	12,500.00	1,889.30	80%
1K+580	1K+740	160.00	1.58%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	515.12	10,000.00	1,216.26	79%
1K+740	1K+835	95.00	0.97%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	403.61	7,500.00	714.73	76%
1K+835	1K+920	85.00	0.50%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	289.78	2,300.00	157.37	32%
1K+920	2K+115	195.00	2.90%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	697.88	8,000.00	1,318.22	47%
2K+115	2K+320	205.00	2.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.35	891.47	17,200.00	3,620.36	79%
2K+320	2K+440	120.00	5.74%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	981.83	10,700.00	2,480.48	45%
2K+440	2K+540	100.00	1.66%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	528.00	4,700.00	585.93	36%
2K+540	2K+650	110.00	2.37%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.35	876.80	15,900.00	3,291.65	74%
2K+650	2K+780	130.00	5.05%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	920.93	10,200.00	2,217.91	45%
2K+780	2K+920	140.00	3.14%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	726.18	3,900.00	668.69	22%
2K+920	3K+130	210.00	7.55%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,126.04	6,160.00	1,637.76	22%
3K+130	3K+240	110.00	1.72%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	537.46	6,300.00	799.47	48%
3K+240	3K+340	100.00	6.98%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,082.70	3,000.00	766.91	11%
3K+340	3K+405	65.00	3.48%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	764.49	2,280.00	411.55	12%
3K+405	3K+525	120.00	7.13%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	6,320.00	1,632.89	24%
3K+505	3K+525	20.00	7.13%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,095.27	500.00	129.30	2%
3K+525	3K+560	35.00	2.28%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	1,876.00	274.09	12%
3K+505	3K+525	20.00	2.28%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	519.00	75.83	3%
3K+800	4K+200	400.00	5.33%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	946.11	6,500.00	1,452.02	28%
4K+200	4K+280	80.00	4.05%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	824.72	1,146.00	223.16	6%
4K+280	4K+530	250.00	3.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	744.45	2,300.00	404.28	13%
4K+530	4K+600	70.00	2.85%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	691.83	1,830.00	298.93	11%
4K+600	4K+720	120.00	4.14%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	833.83	3,290.00	647.72	16%
4K+720	4K+820	100.00	2.59%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	659.52	3,200.00	498.30	20%
4K+780	4K+880	100.00	2.59%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	659.52	5,750.00	895.39	36%
4K+880	5K+000	120.00	2.96%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	705.06	3,120.00	519.39	18%
5K+000	5K+180	180.00	3.39%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	754.54	8,700.00	1,549.95	47%
5K+170	5K+400	230.00	6.43%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,039.17	6,900.00	1,692.98	27%
5K+400	5K+620	220.00	0.63%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	325.27	6,500.00	499.20	82%
5K+620	5K+665	45.00	3.82%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	896.00	1,887.00	399.21	9%
5K+620	5K+665	45.00	3.82%	Izquiero	Trapezoidal 0.30 x 0.30	897.00	548.00	116.06	3%

DRENAJE LONGITUDINAL MIGUEL DE LA BORDA - TRAMO 1

EST INICIO	EST FIN	LONG.	PTE LONG	MARGEN DE LA VÍA	TIPOLOGÍA	CAUDAL MÁXIMO	ÁREA APORTACIÓN	CAUDAL APORTACIÓN	% CAPACIDAD (Qaport/Qmáx)
		m	%		m	l/s	m2	l/s	
5K+665	5K+800	135.00	3.76%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	794.65	8,400.00	1,576.06	43%
5K+800	5K+900	100.00	1.66%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	528.00	2,800.00	349.07	22%
5K+900	6K+160	260.00	3.18%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	730.79	8,928.00	1,540.51	50%
6K+160	6K+340	180.00	8.61%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,202.49	13,549.00	3,846.85	46%
6K+340	6K+460	120.00	2.00%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	579.55	2,906.00	397.65	21%
6K+460	6K+605	145.00	3.06%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	716.87	4,083.00	691.09	23%
6K+605	6K+720	115.00	1.97%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	575.19	2,951.00	400.77	21%
6K+720	6K+920	200.00	4.74%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	892.21	5,523.00	1,163.48	25%
6K+920	7K+120	200.00	4.22%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	841.85	12,400.00	2,464.75	60%
7K+120	7K+305	185.00	2.10%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	593.87	6,650.00	932.46	46%
7K+305	7K+460	155.00	4.25%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	844.84	2,805.00	559.53	14%
7K+460	7K+580	120.00	5.89%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	994.57	1,120.00	263.01	5%
7K+500	7K+580	80.00	5.89%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	994.57	1,000.00	234.83	4%
7K+580	7K+660	80.00	2.17%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	603.18	2,470.00	351.77	17%
7K+660	7K+990	330.00	6.83%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,071.00	10,992.00	2,779.60	42%
8K+005	8K+196	191.00	2.86%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	693.05	5,317.00	870.06	31%
8K+196	8K+380	184.00	2.92%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	700.28	9,663.00	1,597.72	56%
8K+380	8K+582	202.00	5.91%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	996.26	7,460.00	1,754.80	31%
8K+380	8K+520	140.00	6.58%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,051.22	1,623.00	402.84	6%
8K+582	8K+650	68.00	2.99%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	708.62	1,275.00	213.32	7%
9K+240	9K+270	30.00	1.11%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	429.81	2,650.00	268.93	25%
9K+240	9K+270	30.00	1.11%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	429.81	1,000.00	101.48	10%
9K+270	9K+390	120.00	3.22%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	735.37	3,830.00	665.00	21%
9K+270	9K+330	60.00	1.89%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	563.37	880.00	117.06	6%
9K+600	9K+810	210.00	2.85%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	691.83	8,870.00	1,448.90	52%
9K+600	9K+690	90.00	2.85%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	691.83	1,593.00	260.21	9%
9K+820	10K+040	220.00	1.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	467.25	9,500.00	1,048.07	83%
9K+820	10K+040	220.00	1.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	467.25	3,007.00	331.74	26%
10K+080	10K+200	120.00	5.56%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	966.31	7,800.00	1,779.62	33%
10K+200	10K+260	60.00	7.22%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,101.15	3,990.00	1,037.38	15%
10K+120	10K+240	120.00	3.39%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	754.54	560.00	99.77	3%

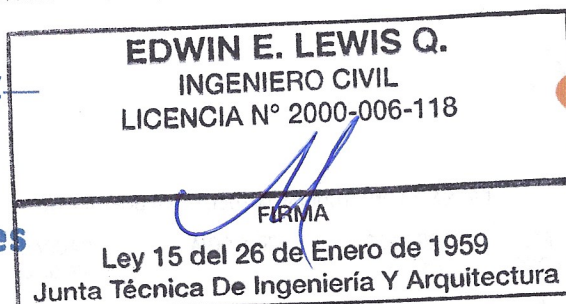
EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
FIRMA

18

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ME-TR1-GD-02_002_ESTUDIO HIDROLÓGICO



6 Conclusiones

Se ha diseñado un sistema de drenaje menor que garantizar tanto la evacuación de las aguas pluviales caídas sobre la plataforma del camino (drenaje longitudinal) como la permeabilidad superficial entre ambas márgenes del terreno circundante (drenaje transversal).

Las premisas principales con las que se ha diseñado todo el sistema han sido las siguientes:

Drenaje Transversal

Se ha comprobado la capacidad hidráulica de las ODT proyectadas para soportar una avenida correspondiente a un periodo de retorno de 20 años para tubos y 50 años para cajones.

En todas ellas, al inicio y al final se les colocará un cabezal típico.

Las dimensiones mínimas de las obras de drenaje proyectadas han sido de 0.60 m de diámetro.

El material empleado para todas las ODT proyectadas ha sido hormigón armado.

Drenaje Longitudinal

Con el fin de evitar la erosión todas las cunetas proyectadas irán revestidas de hormigón.

El drenaje longitudinal se diseña para un periodo de retorno de 20 años. Se han proyectado todos los elementos necesarios para garantizar una salida eficiente del agua interceptada por la traza, bajantes, cajas pluviales, obras de drenaje transversal longitudinal, etc.



APÉNDICE 1. CALCULOS HIDRÁULICOS ODT

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

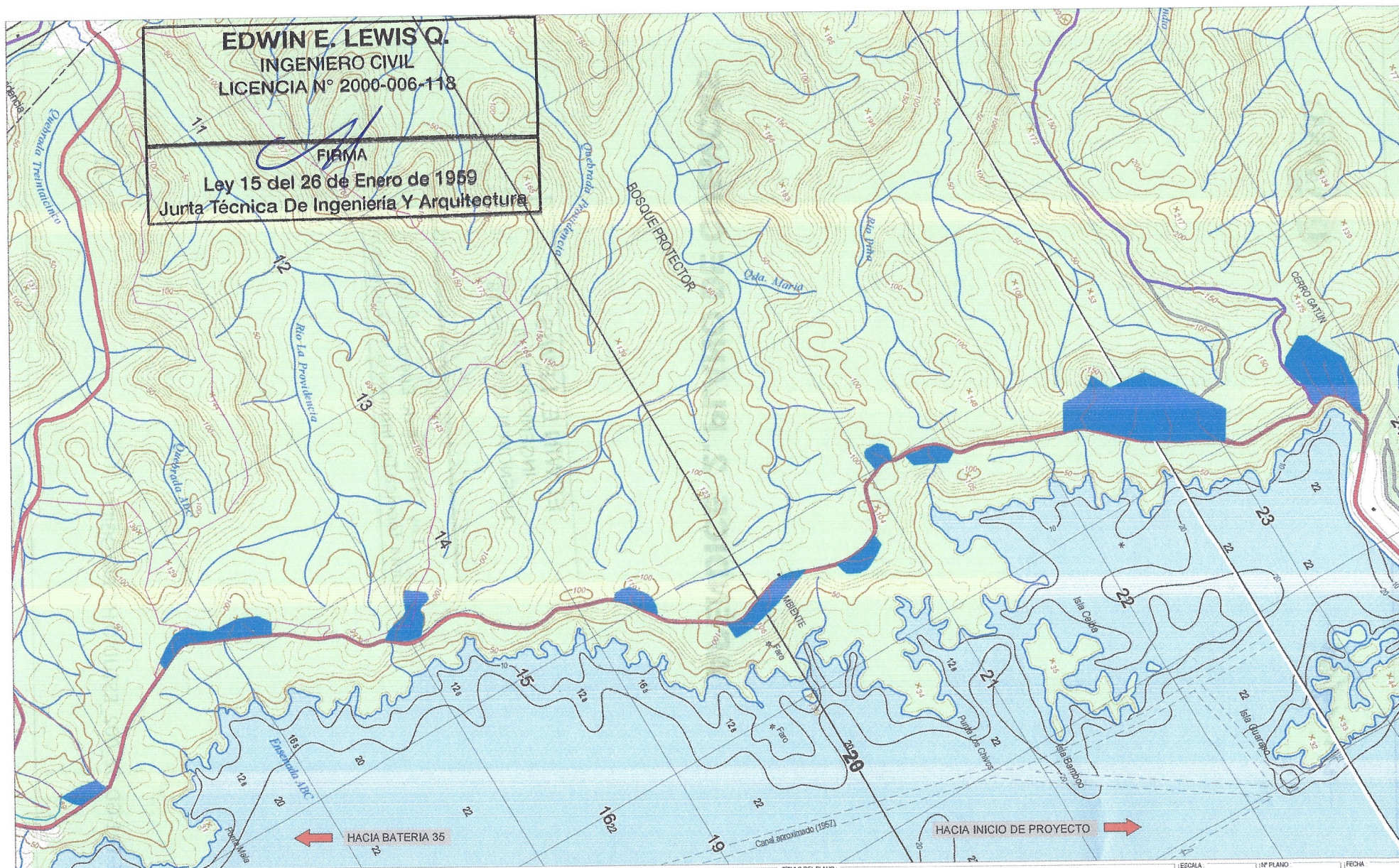
Est.	Pte	Coefficiente rugosidad	Velocidad de cálculo	Sección	Radio hidráulico	Caudal de aportación	Nº elem	Calado máximo cálculo	Diámetro/Altura	Calado propuesto	Calado de resguardo	ACTUACIÓN
	J	K	v	S	R	(m³/s)		h	d	a	a-h	
	(m/m)	(m ⁴ (1/3)/s)	(m/s)	(m²)	(m)			(m)	(mm)	(m)	(m)	
K+384	0.025	76.92	4.51	0.3499	0.2255	1.58	1	0.55	750	0.60	0.05	INSUFICIENTE, AMPLIAR
K+452	0.034	76.92	5.08	0.2884	0.2140	1.46	1	0.42	900	0.72	0.30	LIMPIEZA
K+529	0.035	76.92	4.65	0.2210	0.1851	1.03	2	0.34	900	0.72	0.38	LIMPIEZA
1K+276	0.058	76.92	6.93	0.3307	0.2294	2.29	1	0.46	900	0.72	0.26	LIMPIEZA
1K+581	0.024	76.92	4.95	0.4920	0.2691	2.44	1	0.65	900	0.72	0.07	LIMPIEZA
1K+837	0.017	76.92	4.68	0.6618	0.3130	3.09	1	0.75	1,050	0.84	0.09	INSUFICIENTE, AMPLIAR
2K+116	0.023	76.92	4.90	0.5218	0.2725	2.56	1	0.69	900	0.72	0.03	INSUFICIENTE, AMPLIAR
3K+132	0.017	76.92	3.65	0.3157	0.2190	1.15	1	0.50	750	0.60	0.10	INSUFICIENTE, AMPLIAR
3K+401	0.045	76.92	4.88	0.1730	0.1649	0.84	1	0.35	600	0.48	0.13	LIMPIEZA
4K+199	0.036	76.92	5.03	0.2634	0.2039	1.32	1	0.39	900	0.72	0.33	LIMPIEZA
4K+531	0.037	76.92	3.94	0.1247	0.1369	0.49	1	0.24	750	0.60	0.36	LIMPIEZA
4K+719	0.059	76.92	5.87	0.2027	0.1763	1.18	1	0.32	900	0.72	0.40	LIMPIEZA
5K+000	0.044	76.92	4.72	0.1599	0.1592	0.75	1	0.33	600	0.48	0.15	LIMPIEZA
5K+619	0.054	76.92	4.55	0.1189	0.1284	0.54	1	0.22	900	0.72	0.50	LIMPIEZA
5K+666	0.018	76.92	3.26	0.1954	0.1761	0.64	1	0.34	750	0.60	0.26	LIMPIEZA
7K+306	0.020	76.92	4.52	0.4855	0.2682	2.19	1	0.64	900	0.72	0.08	INSUFICIENTE, AMPLIAR
8K+196	0.037	76.92	4.84	0.2218	0.1855	1.07	1	0.34	900	0.72	0.38	LIMPIEZA
8K+381	0.012	76.92	2.76	0.2262	0.1876	0.62	1	0.35	900	0.72	0.37	LIMPIEZA
8K+583	0.014	76.92	3.04	0.2280	0.1884	0.69	1	0.35	900	0.72	0.37	LIMPIEZA
8K+763	0.012	76.92	2.96	0.2651	0.2047	0.78	1	0.39	900	0.72	0.33	LIMPIEZA
9K+820	0.048	76.92	5.08	0.2016	0.1663	1.02	1	0.28	1,200	0.96	0.68	LIMPIEZA

APÉNDICE 2. PLANO DE CUENCAS



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

CONANSA

CONSEJO
NACIONAL DE
INGENIEROS

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA
GATÚN - MIGUEL DE LA BORDA
PROVINCIA DE COLÓN

UAL-1-13-20

TÍTULO DEL PLANO

ESTUDIO HIDROLÓGICO
CUENCA DE DRENAJE

ESCALA

1/10000

ORIGINAL 610 x 914 mm

N° PLANO

APD-02

HOJA 01 de 01

FECHA

OCTUBRE
2020



Diseño y Construcción para la Rehabilitación de la Carretera Gatún – Miguel de la Borda

ME-TR2-GD-02_001 ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO

Tramo 2. Batería 35 a Río Indio

Versión:

ME-TR2-GD-02_001_ESTUDIO HIDROLÓGICO

Fecha:

10 de diciembre de 2020

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

Índice.

1	INTRODUCCION	1
2	NORMATIVA APLICADA	1
3	Inventario de las obras de drenaje existentes	2
4	Drenaje transversal	6
4.1	Metodología de cálculo	6
4.2	Estudio de cuencas	13
4.3	Criterios para dimensionamiento de obras de drenaje transversal	18
4.4	Obras de drenaje transversal proyectadas.....	19
5	Drenaje longitudinal	22
5.1	Periodo de retorno y tiempo de concentración	22
5.2	Intensidad de precipitación	22
5.3	Coefficiente de escorrentía	23
5.4	Obras de drenaje longitudinal proyectadas: Cuneta trapezoidal	23
6	Conclusiones	24

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

1 INTRODUCCION

Se desarrolla el proyecto Diseño y Construcción para la Rehabilitación de la Carretera Gatún – Miguel de la Borda, con un total de 67.7 km de tramo principal y dos ramales de 600 y 800 m en el poblado de miguel de la Borda.

El proyecto se ha tramificado en función de las actuaciones, teniendo en cuenta también áreas con características similares.

En base a eso, se ha dividido el proyecto en varios tramos:

- Tramo 1: Est.0k+000 a Batería 35 (10K+600).
- Tramo 2: Batería 35 (Est.10K+600) a Río Indio (50K+986).
- Tramo 3: Río Indio (50K+986) a Miguel de la Borda (65k+620) y ramales.

En la memoria en desarrollo se analiza la hidrología para el cálculo de obras de drenaje transversal y longitudinal de la vía del tramo 2, Batería 35 Est.10k+600 hasta Río Indio Est. 50k+986 (coincidiendo con un cambio de pavimento).

2 NORMATIVA APLICADA

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del drenaje del camino:

- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2003).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2002).

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

~~Decreto Técnico de Ingeniería y Arquitectura~~

- Hydraulic Design Series (FHWA-NHI-01-020), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2005).
- Urban Drainage Design Manual (FHWA-NHI-10-009), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2009).

3 Inventario de las obras de drenaje existentes

Se ha procedido a la realización de una visita de campo con el fin de confeccionar un inventario completo de las obras de drenaje existentes en la carretera, localizándolas sobre el terreno, plasmando su situación en las plantas generales y describiendo pormenorizadamente sus características geométricas, constructivas y estado de conservación, de forma que quedaran lo suficientemente definidas para estudiar su capacidad hidráulica y las características de su posible ampliación.

Todas aquellas obras de drenaje que no cumplan los mínimos de capacidad requerida o tengan un mal estado de conservación serán sustituidas por nuevas obras de drenaje, los nuevos diámetros propuestos permitirán el correcto funcionamiento de los elementos de drenaje sin necesidad de mantenimiento.

Drenaje longitudinal:

Se han encontrado tramos donde actualmente existen cunetas excavadas en tierras. Debido a la ampliación de la calzada estas cunetas se tendrán que demoler y reconstruir donde sean necesarias.

Drenaje transversal:

Se han encontrado un total de 124 obras de drenaje transversal en el segundo tramo de estudio. En este tramo se han encontrado obras de drenaje existentes constituidas por tubos de hormigón armado y tubería metálicas.

A continuación, se adjunta un cuadro resumen con las características y estado de cada una de las obras existentes:

Estación	Nº elementos totales	Diámetro (m)	Cajón pluvial (m x m)
10K+745	2	0.75	
10K+896	1	0.90	
11K+076	1	0.90	
11K+165	1	0.75	
11K+523	1		2.5X2
11K+691	1	0.90	
11K+781	1	0.75	
12K+155	1	0.90	
12K+753	1	0.90	
12K+915	2	0.75	
12K+996	1	0.90	
13K+295	1	0.90	
13K+390	1	0.90	
13K+468	1	0.90	
13K+558	2	1.20	
13K+680	2	1.20	
13K+727	1	0.90	
13K+895	1		1.5X1.6
14K+441	1		1.6X1.2
14K+589	1	0.90	
14K+757	1	0.75	
14K+849	1	0.75	
15K+104	1	0.75	
15K+158	1	0.75	
15K+206	1	0.75	
15K+674	1	0.75	
15K+700	2	0.75	
16K+035	1	0.75	
16K+426	1	0.75	
16K+587	1	0.75	
16K+625	1	0.75	
16K+690	1	0.75	
16K+765	1	0.75	
16K+791	1	0.75	

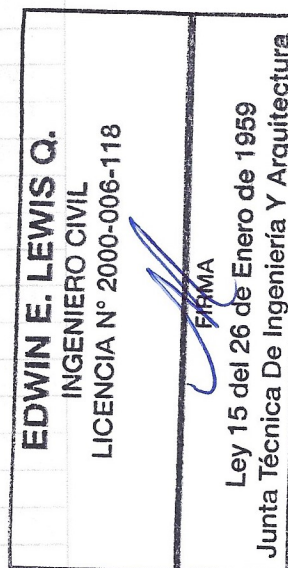
EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



Estación	Nº elementos totales	Diámetro (m)	Cajón pluvial (m x m)
16K+854	1	0.75	
16K+962	1	0.75	
17K+059	1	0.75	
17K+159	1	0.75	
17K+301	1	0.75	
17K+444	1	0.75	
17K+518	1	0.75	
17K+640	1	0.75	
17K+689	1	0.75	
17K+726	1	0.75	
17K+767	1	0.60	
17K+802	1	0.60	
17K+860	1	0.60	
17K+936	1	0.75	
18K+231	1	0.75	
18K+291	1	0.75	
18K+529	1	0.75	
18K+645	1	0.75	
18K+734	1	0.75	
18K+842	1	0.75	
19K+030	1	0.75	
19K+073	1	0.75	
19K+229	1	0.75	
19K+267	1	0.75	
19K+383	1	0.60	
19K+434	1	0.60	
19K+559	2	0.60	
19K+920	1	0.75	
20K+416	1	0.60	
20K+478	2	0.60	
20K+646	1	0.60	
20K+726	1	0.60	
21K+211	1	0.90	
21K+736	1	0.90	
23K+243	1	0.60	
23K+321	1	0.60	
24K+737	1	0.90	
25K+176	1	0.90	



Estación	N° elementos totales	Diámetro (m)	Cajón pluvial (m x m)
26K+734	1	0.60	
28K+078	1	1.20	
28K+318	1	0.75	
28K+435	1	0.60	
28K+780	1	0.75	
28k+910	1	0.60	
29K+420	1	0.75	
31K+848	1	0.90	
32k+340	1	0.90	
32k+680	1	0.90	
34K+050	1	0.60	
34K+658	1	0.60	
34K+771	1	0.45	
34K+893	1	0.60	
35K+231	1	0.75	
35K+330	1	0.60	
35K+414	1	0.60	
35K+584	1	1.20	
36K+140	1	0.60	
37K+301	1	0.75	
37K+427	1	0.45	
37K+563	1	0.75	
38K+193	2	0.90	
38K+610	1	0.60	
38K+889	1	0.75	
39K+049	1	0.75	
39K+682	1	0.60	
39K+855	1	0.60	
40K+077	1	0.60	
40K+244	2	0.90	
41K+031	1	0.75	
41K+824	1	0.60	
42K+219	1	0.60	
42K+527	1	0.60	
42K+885	1	0.60	
43K+038	1	0.60	
43K+634	1	0.60	
43K+831	1	0.75	

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

Firma

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Estación	Nº elementos totales	Diámetro (m)	Cajón pluvial (m x m)
45K+135	1	0.60	
45K+800	1	1.20	
46K+121	2	0.45	
48K+733	1	0.75	
48K+917	1	0.45	
49K+117	3	1.20	
49K+300	1	0.75	
49K+522	1	0.90	
49K+631	1	0.90	
49K+726	1	0.60	
49K+889	1	0.60	
49K+991	1	0.60	
50K+061	3	0.75	
50K+632	2	0.60	
50K+750	1	0.45	

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

4 Drenaje transversal

4.1 Metodología de cálculo

Para la obtención de los caudales de aportación de cada una de las obras de drenaje se seguirá lo establecido en las normativas estatales de Panamá.

4.1.1 Determinación de caudales

Con las áreas de aportación definidas y debidamente identificadas en los mapas, se define el método y parámetros a utilizarse para el cálculo de las escorrentías.

Para las áreas de drenaje menores de 250 has. Se usará el método racional de crecidas y para áreas mayores de 250 has. Se usará los parámetros indicados en el Resumen Técnico "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá periodo de 1971-2006" elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) en septiembre de 2,008.

ininfra



EDWIN E. LEWIS Q. INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Según lo comentado anteriormente, el método de cálculo para el dimensionamiento hidráulico depende de las dimensiones de las cuencas aportantes. A continuación, se detalla ambos métodos de cálculo:

- Cuencas superiores a 250 Ha. Método Lavalin “Análisis Regional de Crecidas Máximas”.
- Cuencas Inferiores a 250 Ha. Método Racional

4.1.1.1 Método de Lavalin

Para áreas mayores de 250 has. se empleará la metodología desarrollada por el IRHE “Análisis Regional de Crecidas Máximas”, elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A (ETESA) en septiembre de 2008.

A continuación, se describen los pasos a tener en cuenta para el cálculo por el Método Lavalin:

- Se determina el área de drenaje de la cuenca del sitio de interés en Km².
- De acuerdo a la localización geográfica del recurso a analizar, se determina la zona a la que pertenece según la Región Hidrológicamente Homogénea (ETESA).
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones elaboradas por ETESA para este fin, en función de la Zona establecida.

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



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

Ilustración 1 Cuadro 7, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006"

- Se calcula el Q_{\max} instantáneo para el periodo de retorno requerido, multiplicando el caudal antes obtenido por uno de los siguientes factores en función del sitio de estudio.

Factores $Q_{\max}/Q_{prom. \max}$ 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

Ilustración 2 Cuadro 6, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006"

Para la zona de estudio, Zona 3, la tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Fórmula 2.




Para el cálculo del caudal promedio se aplica la Ecuación 2, dada por la siguiente expresión:

$$Q = 25 \times A^{0.59}$$

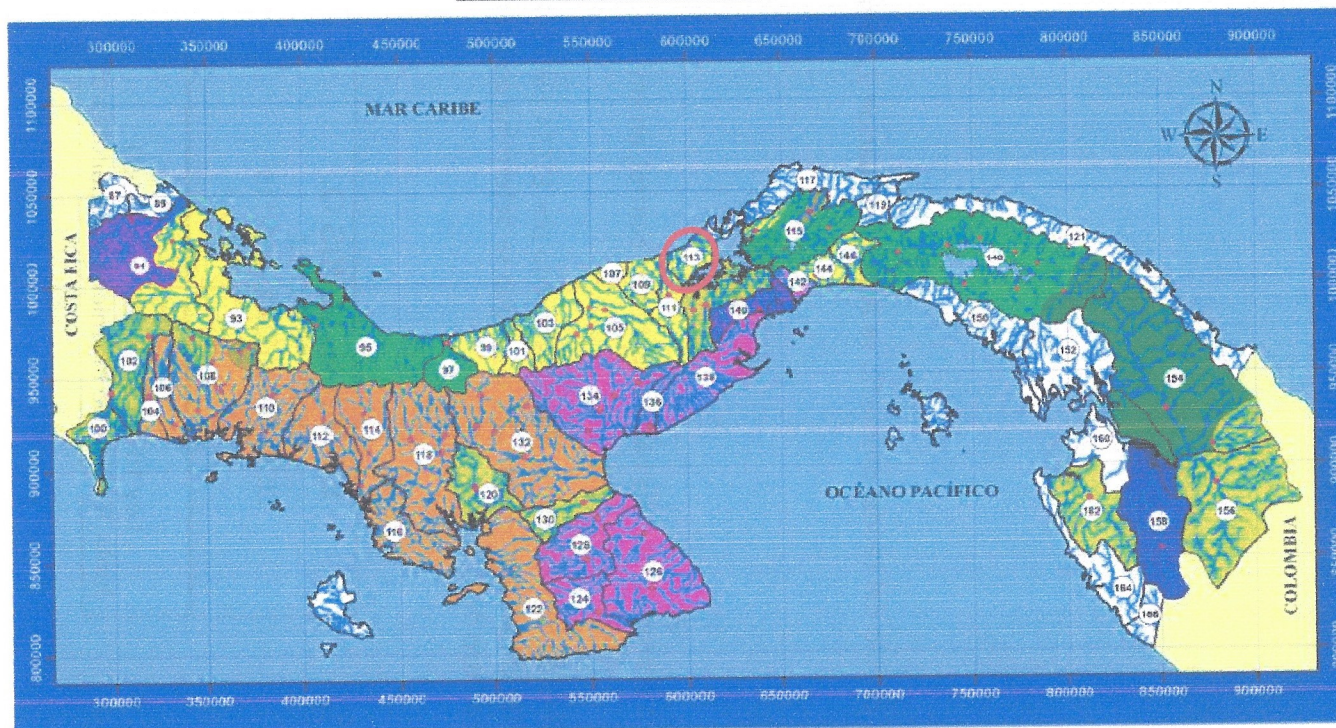
Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km².

Se adjunta a continuación el plano elaborado por ETESA para la determinación de las áreas hidrológicamente homogéneas, en el que se determina que el área del Proyecto queda incluida dentro de la Zona 3.

EDWIN E. LEWIS Q. INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 2000-006-118
 FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



República de Panamá
Regiones Hidrológicamente Homogéneas



Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

FIRMA

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



4.1.1.2 Método Racional.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Siendo:

- Q: caudal punta de cálculo (m³/s)
I: máxima intensidad media correspondiente a un periodo de retorno considerado y en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/h.
A: área de la cuenca (Km²).
C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.

Coeficiente escorrentía

El coeficiente de escorrentía (c) define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad (I).

En el caso del proyecto se utilizará un valor de C = 0.85, establecido por el pliego de cargos.

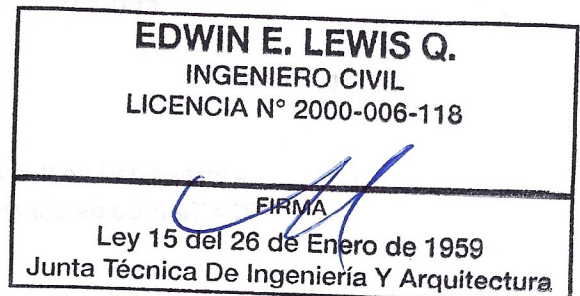
Intensidad

Se utilizará la formulación para intensidad recogida en el estudio con nombre "Diseño del Sistema Pluvial de la Ciudad de Colón", elaborado para el Ministerio de Obras Públicas en 1981.

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, 20, 25, 30 y 50 años. Se presentan a continuación las que aplicarán al proyecto:

Periodo de retorno 20 años:

$$i = \frac{13.346}{TC + 64.3}$$





Periodo de retorno 50 años:

$$i = \frac{15.508}{TC + 71.7}$$

En donde:

i = Intensidad de lluvia en pulg./hora.

TC = Tiempo de concentración en minutos.

Periodo de retorno

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

El período de retorno a utilizar dependerá del tipo de estructura a diseñar. Para el diseño del drenaje serán usados los criterios siguientes, establecidos en el pliego de cargos.

- 1:20 años para alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos de sistema pluviales, zanjas.
- 1:50 años para cajones pluviales y cauces de ríos y quebradas.
- 1:100 años para puentes.

En el caso que nos ocupa, se harán distinción entre dos tipos de estructuras. Las primeras estarían asociadas a pequeños cauces y quebradas a salvar con alcantarillas tubulares, por lo que se calcularán para un periodo de retorno de 20 años. En las segundas se englobarían los cajones pluviales y cauces de mayor importancia, a calcular para un periodo de retorno de 50 años.

Tiempo de concentración

Se define tiempo de concentración (T_c) como el tiempo necesario para que el agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca llegue a dicha sección.

La duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración.

Una vez representadas las cuencas y deducidas las características físicas de las mismas, la expresión a utilizar es la desarrollada por Kirpich:



$$T_c = 0,02 \times L^{0,77} \times S_o^{-0,385}$$

Donde

Tc = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud del cauce principal (m)

So = Pendiente del cauce principal (m/m)

4.2 Estudio de cuencas

Se muestran a continuación las características de las cuencas detectadas en la vía a diseñar. Se muestra en el apéndice 2 el plano donde se han delimitado estas cuencas.

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ininfra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ESTACIÓN	SUPERFICIE CUENCA (HA)	LONGITUD DEL CAUCE (m)	COTA SUPERIOR (m)	COTA INFERIOR (entrada ODT)	PENDIENTE DEL CAUCE (min)	Tc (min)	Coefficiente de Escorrentía (C)	PERIODO DE RETORNO (años)	I (mm/h)	Q (m3/s)
10K+745	7.79	339.00	89.00	40.00	0.145	5.00	0.85	20	196.15	3.61
10K+896	3.89	164.00	60.00	41.56	0.112	5.00	0.85	20	200.23	1.84
11K+076	3.35	321.00	80.00	35.79	0.138	5.00	0.85	20	196.40	1.55
11K+165	2.51	236.00	50.00	36.44	0.057	5.00	0.85	20	195.30	1.16
11K+523	55.07	1,139.00	89.00	21.50	0.059	13.40	0.85	50	182.24	23.69
11K+691	7.41	140.00	80.00	22.95	0.408	5.00	0.85	20	203.54	3.56
11K+781	7.75	207.00	80.00	20.84	0.286	5.00	0.85	20	201.40	3.69
12K+155	3.13	220.00	45.00	21.98	0.105	5.00	0.85	20	198.20	1.47
12K+753	10.63	330.00	40.00	18.19	0.066	5.00	0.85	20	192.72	4.84
12K+915	4.45	285.00	40.00	17.05	0.081	5.00	0.85	20	195.13	2.05
12K+996	2.14	156.00	40.00	16.49	0.151	5.00	0.85	20	201.23	1.02
13K+295	2.57	118.00	40.00	15.30	0.209	5.00	0.85	20	203.02	1.23
13K+390	2.03	141.00	50.00	16.18	0.240	5.00	0.85	20	202.63	0.97
13K+468	2.04	145.00	40.00	17.44	0.156	5.00	0.85	20	201.63	0.97
13K+558	64.46	1,580.00	120.00	10.00	0.070	16.20	0.85	50	176.43	26.85
13K+680	15.61	508.00	28.00	14.01	0.028	9.66	0.85	20	180.44	6.65
13K+727	3.25	194.00	40.00	15.83	0.125	5.00	0.85	20	199.56	1.53
13K+895	27.62	850.00	110.00	12.96	0.114	8.31	0.85	50	193.83	12.64
14K+441	14.44	307.00	100.00	12.82	0.284	5.00	0.85	50	208.52	7.11
14K+589	4.10	268.00	90.00	12.13	0.291	5.00	0.85	20	200.14	1.94
14K+757	3.06	246.00	90.00	12.95	0.313	5.00	0.85	20	200.79	1.45
14K+849	1.72	180.00	90.00	12.62	0.430	5.00	0.85	20	202.80	0.82
15K+104	3.54	189.00	45.00	12.31	0.173	5.00	0.85	20	200.62	1.68
15K+158	1.48	86.00	35.00	12.92	0.257	5.00	0.85	20	204.25	0.71
15K+206	1.48	81.00	30.00	12.05	0.222	5.00	0.85	20	204.21	0.71
15K+674	2.79	150.00	50.00	9.98	0.267	5.00	0.85	20	202.59	1.34
15K+700	0.59	71.00	20.00	9.93	0.142	5.00	0.85	20	203.97	0.28
16K+035	2.65	181.00	40.00	11.84	0.156	5.00	0.85	20	200.57	1.25
16K+426	15.02	413.00	100.00	9.02	0.220	5.00	0.85	20	196.26	6.96
16K+587	3.66	262.00	100.00	11.04	0.340	5.00	0.85	20	200.67	1.74
16K+625	1.39	97.00	35.00	13.06	0.226	5.00	0.85	20	203.75	0.67
16K+690	1.39	140.00	40.00	12.00	0.200	5.00	0.85	20	202.30	0.66
16K+765	2.35	162.00	50.00	11.30	0.239	5.00	0.85	20	202.07	1.12
16K+791	2.35	136.00	40.00	11.52	0.209	5.00	0.85	20	202.51	1.12
16K+854	2.17	191.00	90.00	10.44	0.417	5.00	0.85	20	202.52	1.04
16K+962	2.84	218.00	92.00	10.52	0.374	5.00	0.85	20	201.77	1.35



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ESTACIÓN	SUPERFICIE CUENCA (HA)	LONGITUD DEL CAUCE (m)	COTA SUPERIOR (m)	COTA INFERIOR (entrada ODT)	PENDIENTE DEL CAUCE (min)	Tc (min)	Coefficiente de Escorrentía (C)	PERIODO DE RETORNO (años)	I (mm/h)	Q (m3/s)
49K+631	1.79	100.00	10.00	1.54	0.08	5.00	0.85	20	201.92	0.85
49K+726	1.67	120.00	10.00	1.05	0.07	5.00	0.85	20	200.79	0.79
49K+889	1.55	120.00	10.00	1.18	0.07	5.00	0.85	20	200.75	0.73
49K+991	1.65	120.00	10.00	1.49	0.07	5.00	0.85	20	200.66	0.78
50K+061	6.00	250.00	10.00	-	0.04	5.00	0.85	20	193.00	2.73
50K+632	0.30	70.00	10.00	6.15	0.06	5.00	0.85	20	202.49	0.14
50K+750	0.15	80.00	12.00	9.21	0.03	5.00	0.85	20	200.92	0.07

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

4.3 Criterios para dimensionamiento de obras de drenaje transversal

A continuación, se resumen las características que, según el Ministerio de Obras Públicas, deben tener estos elementos de drenaje:

4.3.1 Criterios de diseño geométrico

Diámetro mínimo

Por motivos de mantenimiento y de acuerdo al pliego de cargos el diámetro mínimo establecido será de 0.60 m.

Velocidad

Todas las obras de drenaje proyectadas deben cumplir con velocidades mínimas y máximas de 1.0 m/s y 5.0 m/s respectivamente.

Materiales utilizados

Todas las tuberías transversales y longitudinales a la vía serán de hormigón armado, contando con cabezales tipo en la entrada y salida de la ODT.

4.3.2 Metodología de los cálculos hidráulicos

Como norma general, la conversión de caudal a calado en el colector se realiza con la hipótesis de flujo uniforme, es decir, las pérdidas de energía son iguales a la pendiente del colector.

La capacidad de desagüe de los colectores se determina mediante la ecuación de pérdida de energía por rozamiento definida por la fórmula de Manning-Strickler:



$$Q = S \times V = S \frac{R^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n}$$

Siendo:

S (m²) = área de la sección
 R (S/p) = radio hidráulico
 J (m/m) = pendiente longitudinal en régimen uniforme
 n = coeficiente de rugosidad

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

4.4 Obras de drenaje transversal proyectadas

Se ha diseñado un sistema de drenaje menor el cual cumple todas las exigencias especificadas por el MOP tanto en su normativa como en el pliego de bases del contrato.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con las dimensiones obtenidas de cada una de las obras de drenaje transversal.

ESTACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	ACTUACIÓN	SECCIÓN PROYECTADA		
			N° elementos totales	Tubo (DN) (m)	Marco (ancho x alto) (m)
10K+745	3.61	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.20	-
10K+896	1.84	LIMPIEZA	1	0.90	-
11K+076	1.55	LIMPIEZA	1	0.90	-
11K+165	1.16	LIMPIEZA	1	0.75	-
11K+523	23.69	LIMPIEZA	1	2.50	2.00
11K+691	3.56	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.20	-
11K+781	3.69	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.20	-
12K+155	1.47	LIMPIEZA	1	0.90	-
12K+753	4.84	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.50	-
12K+915	2.05	LIMPIEZA	2	0.75	-
12K+996	1.02	LIMPIEZA	1	0.90	-
13K+295	1.23	LIMPIEZA	1	0.90	-
13K+390	0.97	LIMPIEZA	1	0.90	-
13K+468	0.97	LIMPIEZA	1	0.90	-
13K+558	26.85	INSUFICIENTE AMPLIAR	2	1.83	2.44

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



Al
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

ESTACIÓN	CAUDAL (m3/s)	ACTUACIÓN	N° elementos totales	Tubo (DN) (m)	Marco (ancho x alto) (m)
13K+680	6.65	LIMPIEZA	2	1.20	-
13K+727	1.53	LIMPIEZA	1	0.90	-
13K+895	12.64	LIMPIEZA	1	1.50	1.60
14K+441	7.11	LIMPIEZA	1	1.20	1.60
14K+589	1.94	LIMPIEZA	1	0.90	-
14K+757	1.45	LIMPIEZA	1	0.75	-
14K+849	0.82	LIMPIEZA	1	0.75	-
15K+104	1.68	LIMPIEZA	1	0.75	-
15K+158	0.71	LIMPIEZA	1	0.75	-
15K+206	0.71	LIMPIEZA	1	0.75	-
15K+674	1.34	LIMPIEZA	1	0.75	-
15K+700	0.28	LIMPIEZA	2	0.75	-
16K+035	1.25	LIMPIEZA	1	0.75	-
16K+426	6.96	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.50	-
16K+587	1.74	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
16K+625	0.67	LIMPIEZA	1	0.75	-
16K+690	0.66	LIMPIEZA	1	0.75	-
16K+765	1.12	LIMPIEZA	1	0.75	-
16K+791	1.12	LIMPIEZA	1	0.75	-
16K+854	1.04	LIMPIEZA	1	0.75	-
16K+962	1.35	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+059	1.58	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+159	1.65	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
17K+301	2.28	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
17K+444	1.63	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+518	0.96	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+640	0.95	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+689	0.51	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+726	0.42	LIMPIEZA	1	0.75	-
17K+767	0.36	LIMPIEZA	1	0.60	-
17K+802	0.20	LIMPIEZA	1	0.60	-
17K+860	0.27	LIMPIEZA	1	0.60	-
17K+936	0.59	LIMPIEZA	1	0.75	-
18K+231	4.16	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.20	-
18K+291	4.34	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.20	-
18K+529	0.90	LIMPIEZA	1	0.75	-
18K+645	0.60	LIMPIEZA	1	0.75	-
18K+734	0.53	LIMPIEZA	1	0.75	-
18K+842	0.21	LIMPIEZA	1	0.75	-
19K+030	38.42	INSUFICIENTE AMPLIAR	2	2.44	2.44
19K+073	1.62	LIMPIEZA	1	0.75	-
19K+229	0.60	LIMPIEZA	1	0.75	-
19K+267	0.60	LIMPIEZA	1	0.75	-
19K+383	0.74	LIMPIEZA	1	0.60	-
19K+434	0.78	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.75	-
19K+559	1.65	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.75	-
19K+920	2.41	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
20K+416	1.41	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.75	-
20K+478	5.91	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.50	-
20K+646	1.91	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-

inifra

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



ESTACIÓN	CAUDAL (m3/s)	ACTUACIÓN	Nº elementos totales	Tubo (DN) (m)	Marco (ancho x alto) (m)
20K+726	1.86	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
21K+211	4.89	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.50	-
21K+736	2.21	LIMPIEZA	1	0.90	-
23K+243	0.40	LIMPIEZA	1	0.60	-
23K+321	0.44	LIMPIEZA	1	0.60	-
24K+737	0.58	LIMPIEZA	1	0.90	-
25K+176	0.53	LIMPIEZA	1	0.90	-
26K+734	0.46	LIMPIEZA	1	0.60	-
28K+078	3.51	LIMPIEZA	1	1.20	-
28K+318	2.05	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
28K+435	0.77	LIMPIEZA	1	0.60	-
28K+780	0.55	LIMPIEZA	1	0.75	-
28K+910	0.57	LIMPIEZA	1	0.60	-
29K+420	1.50	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
31K+848	0.22	LIMPIEZA	1	0.90	-
32K+340	13.59	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.83	1.83
32K+680	6.31	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.50	-
34K+050	3.93	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.20	-
34K+658	0.33	LIMPIEZA	1	0.60	-
34K+771	0.92	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO	1	0.60	-
34K+893	1.17	LIMPIEZA	1	0.60	-
35K+231	5.32	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.50	-
35K+330	1.07	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.75	-
35K+414	0.63	LIMPIEZA	1	0.60	-
35K+584	1.55	LIMPIEZA	1	1.20	-
36K+140	0.45	LIMPIEZA	1	0.60	-
37K+301	0.79	LIMPIEZA	1	0.75	-
37K+427	0.51	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO	1	0.60	-
37K+563	10.59	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.83	1.83
38K+193	18.08	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	2.13	2.44
38K+610	2.27	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	0.90	-
38K+889	1.78	LIMPIEZA	1	0.75	-
39K+049	9.95	INSUFICIENTE, AMPLIAR	1	1.83	1.83
39K+682	0.18	LIMPIEZA	1	0.60	-
40K+077	1.01	LIMPIEZA	1	0.75	-
40K+244	7.10	LIMPIEZA	2	0.90	-
41K+031	0.12	LIMPIEZA	1	0.75	-
41K+824	0.18	LIMPIEZA	1	0.60	-
42K+219	0.12	LIMPIEZA	1	0.60	-
42K+527	0.76	LIMPIEZA	1	0.60	-
42K+885	0.67	LIMPIEZA	1	0.60	-
43K+038	1.09	LIMPIEZA	1	0.60	-
43K+634	0.30	LIMPIEZA	1	0.60	-
43K+831	0.62	LIMPIEZA	1	0.75	-
45K+135	0.73	LIMPIEZA	1	0.60	-
45K+800	4.72	LIMPIEZA	1	1.20	-
46K+121	0.41	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO	1	0.60	-
48K+733	0.35	LIMPIEZA	1	0.75	-
48K+917	0.57	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO	1	0.60	-
49K+117	27.32	INSUFICIENTE, AMPLIAR	2	1.83	2.44

ME-TR2-GD-02_001_ESTUDIO HIDROLÓGICO

ESTACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	ACTUACIÓN	SECCIÓN PROYECTADA		
			Nº elementos totales	Tubo (DN) (m)	Marco (ancho x alto) (m)
49K+300	0.37	LIMPIEZA	1	0.75	-
49K+522	1.91	LIMPIEZA	1	0.90	-
49K+631	0.85	LIMPIEZA	1	0.90	-
49K+726	0.79	LIMPIEZA	1	0.60	-
49K+889	0.73	LIMPIEZA	1	0.60	-
49K+991	0.78	LIMPIEZA	1	0.60	-
50K+061	2.73	LIMPIEZA	3	0.75	-
50K+632	0.14	LIMPIEZA	2	0.60	-
50K+750	0.07	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO	1	0.60	-

5 Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal comprende el estudio de dispositivos hidráulicos que deben de recoger el agua de escorrentía superficial y subterránea procedente de la plataforma y de las márgenes que viertan hacia ella, con objeto de alejar el problema que el agua representa para dicha plataforma.

5.1 Periodo de retorno y tiempo de concentración

Para el dimensionamiento del sistema de drenaje longitudinal se ha utilizado un periodo de retorno de 20 años y una duración de lluvia mínima igual al tiempo de concentración de 5 min.

5.2 Intensidad de precipitación

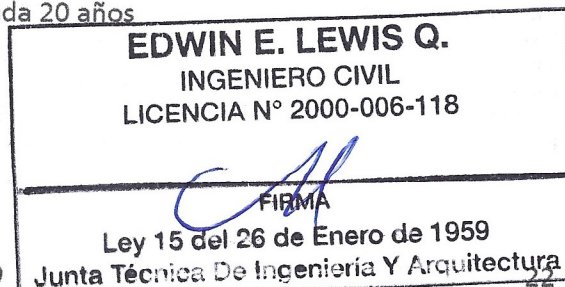
Para el periodo de retorno considerado, la intensidad de precipitación queda tabulada según el MOP por la siguiente fórmula. Según el pliego se empleará un periodo de retorno de 20 años para el diseño del drenaje longitudinal.

$$i = \frac{13.346}{TC + 64.3}$$

Periodo de retorno 1 cada 20 años

Donde:

ME-TR2-GD-02_001_ESTUDIO HIDROLÓGICO



Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



I = Intensidad de lluvia en mm/hora

T_c = Tiempo de concentración en minutos. Se considera 5 min para este cálculo.

5.3 Coeficiente de escorrentía

Se utilizará el coeficiente de escorrentía marcado por el pliego de cargos de 0.85.

5.4 Obras de drenaje longitudinal proyectadas: Cuneta trapezoidal

La cuneta es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma. La cuneta tendrá igual pendiente longitudinal que la rasante del camino, salvo que se estime necesario ceñirse más al terreno o modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe. Estas cunetas evacuarán el agua que llegue a los márgenes de las vías, a través de un corte.

Se propone cuneta trapezoidal asimétrica, con pendientes en los taludes 1H/1V externo, y talud 2H/1V para el talud alledaño a la vía, también se propone Cordón cuneta en zonas urbanas.

5.4.1 Comprobación capacidad

Se proyectarán salidas de estas cunetas de acuerdo con la capacidad de ésta, en el apéndice 4 se muestran los cálculos de capacidad. Se ha calculado la capacidad de cada tramo de cuneta trapezoidal diseñada y las áreas de aportación por cada tramo, para comprobar su validez.

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

6 Conclusiones

Se ha diseñado un sistema de drenaje menor que garantizar tanto la evacuación de las aguas pluviales caídas sobre la plataforma del camino (drenaje longitudinal) como la permeabilidad superficial entre ambas márgenes del terreno circundante (drenaje transversal).

Las premisas principales con las que se ha diseñado todo el sistema han sido las siguientes:

Drenaje Transversal

Se ha comprobado la capacidad hidráulica de las ODT proyectadas para soportar una avenida correspondiente a un periodo de retorno de 20 años para tubos y 50 años para cajones.

En todas ellas, al inicio y al final se les colocará un cabezal típico.

Las dimensiones mínimas de las obras de drenaje proyectadas han sido de 0.60 m de diámetro.

El material empleado para todas las ODT proyectadas ha sido hormigón armado.

Drenaje Longitudinal

Con el fin de evitar la erosión todas las cunetas proyectadas irán revestidas de hormigón.

El drenaje longitudinal se diseña para un periodo de retorno de 20 años. Se han proyectado todos los elementos necesarios para garantizar una salida eficiente del agua interceptada por la traza, bajantes, cajas pluviales, obras de drenaje transversal longitudinal, etc.



APÉNDICE 1. CALCULOS HIDRÁULICOS ODT

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



Est.	Pte	Coefficiente rugosidad	Velocidad de cálculo	Sección	Radio hidráulico	Caudal de aportación	Nº elem	Calado máximo cálculo	Diámetro/Altura	Calado propuesto	Calado de resguardo	ACTUACIÓN
	J	K	v	S	R			h	d	a	a-h	
	(m/m)	(m ^{1/3} /s)	(m/s)	(m ²)	(m)	(m ³ /s)		(m)	(mm)	(m)	(m)	
10K+745	0.018	76.92	4.99	0.7238	0.3361	3.61	1	0.73	1,200	0.96	0.23	INSUFICIENTE, AMPLIAR
10K+896	0.017	76.92	4.12	0.4463	0.2611	1.84	1	0.60	900	0.72	0.13	LIMPIEZA
11K+076	0.015	76.92	3.73	0.4178	0.2548	1.55	1	0.56	900	0.72	0.16	LIMPIEZA
11K+165	0.042	76.92	5.18	0.2239	0.1888	1.16	1	0.38	750	0.60	0.22	LIMPIEZA
11K+523	0.010	76.92	5.88	4.0300	0.6683	23.69	1	2.01	2,500 x 2,000	2.00	0.01	LIMPIEZA
11K+691	0.016	76.92	4.75	0.7506	0.3411	3.56	1	0.76	1,200	0.96	0.20	INSUFICIENTE, AMPLIAR
11K+781	0.016	76.92	4.78	0.7713	0.3446	3.69	1	0.77	1,200	0.96	0.19	INSUFICIENTE, AMPLIAR
12K+155	0.035	76.92	5.16	0.2848	0.2126	1.47	1	0.41	900	0.72	0.31	LIMPIEZA
12K+753	0.014	76.92	4.91	0.9869	0.3957	4.84	1	0.82	1,500	1.20	0.38	INSUFICIENTE, AMPLIAR
12K+915	0.025	76.92	4.14	0.2479	0.1982	1.02	2	0.41	750	0.60	0.19	LIMPIEZA
12K+996	0.023	76.92	4.02	0.2536	0.1998	1.02	1	0.38	900	0.72	0.34	LIMPIEZA
13K+295	0.045	76.92	5.40	0.2288	0.1888	1.23	1	0.35	900	0.72	0.37	LIMPIEZA
13K+390	0.017	76.92	3.56	0.2741	0.2083	0.97	1	0.40	900	0.72	0.32	LIMPIEZA
13K+468	0.050	76.92	5.24	0.1865	0.1680	0.97	1	0.30	900	0.72	0.42	LIMPIEZA
13K+558	0.008	76.92	4.83	2.7792	0.5891	13.43	2	1.14	1,830 x 2,440	1.46	0.33	INSUFICIENTE AMPLIAR
13K+680	0.031	76.92	6.05	0.5499	0.2958	3.33	2	0.59	1,200	0.96	0.37	LIMPIEZA
13K+727	0.049	76.92	5.89	0.2616	0.2032	1.53	1	0.39	900	0.72	0.33	LIMPIEZA
13K+895	0.020	76.92	6.65	1.9024	0.4782	12.64	1	1.19	1,500 x 1,600	1.20	0.01	LIMPIEZA
13K+941	0.012	76.92	4.80	1.4832	0.4294	7.11	1	0.93	1,200 x 1,600	0.96	0.03	LIMPIEZA
14K+589	0.026	76.92	4.92	0.3950	0.2489	1.94	1	0.54	900	0.72	0.18	LIMPIEZA
14K+757	0.019	76.92	3.92	0.3703	0.2277	1.45	1	0.59	750	0.60	0.01	LIMPIEZA
14K+819	0.043	76.92	4.81	0.1716	0.1642	0.82	1	0.31	750	0.60	0.29	LIMPIEZA
14K+864	0.027	76.92	4.69	0.3583	0.2266	1.68	1	0.57	750	0.60	0.03	LIMPIEZA
14K+888	0.052	76.92	4.95	0.1446	0.1492	0.71	1	0.27	750	0.60	0.33	LIMPIEZA
15K+296	0.014	76.92	3.03	0.2366	0.1939	0.71	1	0.40	750	0.60	0.20	LIMPIEZA
15K+674	0.024	76.92	4.34	0.3086	0.2173	1.34	1	0.49	750	0.60	0.11	LIMPIEZA
15K+700	0.040	76.92	2.83	0.0501	0.0784	0.14	2	0.13	750	0.60	0.47	LIMPIEZA
16K+035	0.041	76.92	5.23	0.2404	0.1954	1.25	1	0.40	750	0.60	0.20	LIMPIEZA
16K+426	0.012	76.92	4.96	1.4047	0.4514	6.96	1	1.11	1,500	1.20	0.09	INSUFICIENTE, AMPLIAR
16K+587	0.020	76.92	4.33	0.4021	0.2508	1.74	1	0.54	900	0.72	0.18	INSUFICIENTE, AMPLIAR
16K+623	0.021	76.92	3.49	0.1917	0.1743	0.67	1	0.34	750	0.60	0.26	LIMPIEZA
16K+690	0.014	76.92	2.96	0.2246	0.1891	0.66	1	0.38	750	0.60	0.22	LIMPIEZA
16K+765	0.018	76.92	3.70	0.3036	0.2160	1.12	1	0.49	750	0.60	0.11	LIMPIEZA
16K+791	0.017	76.92	3.64	0.3100	0.2176	1.12	1	0.50	750	0.60	0.10	LIMPIEZA
16K+854	0.028	76.92	4.31	0.2411	0.1957	1.04	1	0.40	750	0.60	0.20	LIMPIEZA
16K+962	0.034	76.92	4.98	0.2731	0.2071	1.35	1	0.45	750	0.60	0.16	LIMPIEZA
17K+059	0.121	76.92	8.34	0.1902	0.1736	1.58	1	0.33	750	0.60	0.27	LIMPIEZA
17K+159	0.014	76.92	3.71	0.4454	0.2610	1.65	1	0.59	900	0.72	0.13	INSUFICIENTE, AMPLIAR

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

FIRMA

LICENCIA N° 2000-006-118

EDMUNDO LEMUSO
INGENIERO CIVIL



Est.	Pte	Coefficiente rugosidad	Velocidad de cálculo	Sección	Radio hidráulico	Caudal de aportación	Nº elem	Calado máximo cálculo	Diámetro/Altura	Calado propuesto	Calado de resguardo	ACTUACIÓN
	J	K	v	S	R	(m³/s)		h	d	a	a-h	
	(m/m)	(m^(1/3)/s)	(m/s)	(m²)	(m)			(m)	(mm)	(m)	(m)	
17K+301	0.020	76.92	4.55	0.5032	0.2706	2.28	1	0.66	900	0.72	0.06	INSUFICIENTE, AMPLIAR
17K+444	0.020	76.92	4.05	0.4021	0.2272	1.63	1	0.64	750	0.60	0.04	LIMPIEZA
17K+518	0.030	76.92	4.38	0.2201	0.1872	0.96	1	0.37	750	0.60	0.23	LIMPIEZA
17K+640	0.020	76.92	3.73	0.2553	0.2010	0.95	1	0.42	750	0.60	0.18	LIMPIEZA
17K+689	0.006	76.92	2.07	0.2471	0.1980	0.51	1	0.41	750	0.60	0.19	LIMPIEZA
17K+726	0.004	76.92	1.60	0.2627	0.2036	0.42	1	0.43	750	0.60	0.17	LIMPIEZA
17K+767	0.020	76.92	2.91	0.1228	0.1395	0.36	1	0.27	600	0.48	0.21	LIMPIEZA
17K+802	0.007	76.92	1.74	0.1145	0.1343	0.20	1	0.26	600	0.48	0.23	LIMPIEZA
17K+860	0.019	76.92	2.67	0.1039	0.1273	0.27	1	0.24	600	0.48	0.24	LIMPIEZA
17K+936	0.052	76.92	4.68	0.1254	0.1374	0.59	1	0.25	750	0.60	0.36	LIMPIEZA
18K+231	0.015	76.92	4.81	0.8642	0.3577	4.16	1	0.86	1,200	0.96	0.10	INSUFICIENTE, AMPLIAR
18K+291	0.015	76.92	4.78	0.9067	0.3618	4.34	1	0.90	1,200	0.96	0.06	INSUFICIENTE, AMPLIAR
18K+329	0.025	76.92	4.01	0.2261	0.1897	0.90	1	0.38	750	0.60	0.22	LIMPIEZA
18K+345	0.054	76.92	4.79	0.1268	0.1383	0.60	1	0.25	750	0.60	0.35	LIMPIEZA
18K+374	0.013	76.92	2.75	0.1932	0.1750	0.53	1	0.34	750	0.60	0.26	LIMPIEZA
18K+342	0.007	76.92	1.75	0.1226	0.1356	0.21	1	0.24	750	0.60	0.36	LIMPIEZA
19K+030												CAJÓN PROYECTADO. VER APÉNDICE 3.
19K+073	0.023	76.92	4.34	0.3728	0.2279	1.62	1	0.59	750	0.60	0.01	LIMPIEZA
19K+229	0.040	76.92	4.28	0.1403	0.1466	0.60	1	0.27	750	0.60	0.33	LIMPIEZA
19K+267	0.047	76.92	4.52	0.1332	0.1423	0.60	1	0.26	750	0.60	0.34	LIMPIEZA
19K+383	0.016	76.92	3.09	0.2391	0.1823	0.74	1	0.47	600	0.48	0.01	LIMPIEZA
19K+434	0.013	76.92	3.01	0.2598	0.2026	0.78	1	0.43	750	0.60	0.17	INSUFICIENTE, AMPLIAR
19K+559	0.025	76.92	4.53	0.3641	0.2272	1.65	1	0.58	750	0.60	0.02	INSUFICIENTE, AMPLIAR
19K+920	0.022	76.92	4.75	0.5087	0.2712	2.41	1	0.67	900	0.72	0.05	INSUFICIENTE, AMPLIAR
20K+416	0.020	76.92	4.03	0.3499	0.2255	1.41	1	0.55	750	0.60	0.05	INSUFICIENTE, AMPLIAR
20K+478	0.012	76.92	4.83	1.2259	0.4335	5.91	1	0.98	1,500	1.20	0.22	INSUFICIENTE, AMPLIAR
20K+646	0.016	76.92	4.00	0.4765	0.2667	1.91	1	0.63	900	0.72	0.09	INSUFICIENTE, AMPLIAR
20K+726	0.015	76.92	3.91	0.4773	0.2669	1.86	1	0.63	900	0.72	0.09	INSUFICIENTE, AMPLIAR
21K+211	0.012	76.92	4.63	1.0554	0.4079	4.89	1	0.87	1,500	1.20	0.34	INSUFICIENTE, AMPLIAR
21K+736	0.124	76.92	9.11	0.2429	0.1952	2.21	1	0.37	900	0.72	0.35	LIMPIEZA
23K+243	0.017	76.92	2.81	0.1432	0.1509	0.40	1	0.30	600	0.48	0.18	LIMPIEZA
23K+321	0.022	76.92	3.19	0.1390	0.1487	0.44	1	0.30	600	0.48	0.18	LIMPIEZA
24K+737	0.035	76.92	3.99	0.1458	0.1453	0.58	1	0.25	900	0.72	0.47	LIMPIEZA
25K+176	0.020	76.92	3.16	0.1680	0.1580	0.53	1	0.28	900	0.72	0.44	LIMPIEZA
26K+734	0.018	76.92	2.98	0.1558	0.1572	0.46	1	0.32	600	0.48	0.16	LIMPIEZA
28K+078	0.017	76.92	4.89	0.7191	0.3352	3.51	1	0.73	1,200	0.96	0.23	LIMPIEZA
28K+318	0.025	76.92	4.89	0.4196	0.2552	2.05	1	0.56	900	0.72	0.16	INSUFICIENTE, AMPLIAR
28K+435	0.055	76.92	5.17	0.1492	0.1540	0.77	1	0.31	600	0.48	0.17	LIMPIEZA

LICENCIA N° 2000-006-118
INGENIERO CIVIL
EDMIR E. TEMIS O.
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

LICENCIA N. 2000-006-118
INGENIERO CIVIL
EDMIR E. TEMIS O.



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118



Est.	Pte	Coeficiente rugosidad	Velocidad de cálculo	Sección	Radio hidráulico	Caudal de aportación, elem				Calado propuesto	Calado de resguardo	ACTUACIÓN
						Q ₁₅	Q ₂₆	Q _{max}	Q _{altura}			
	J	K	v	S	R	h	d	a	a-h			
	(m/m)	(m ^{^(1/3)} /s)	(m/s)	(m²)	(m)	(m³/s)	(m)	(mm)	(m)	(m)		
28K+780	0.048	76.92	4.45	0.1233	0.1360	0.55	1	0.24	750	0.60	0.36	LIMPIEZA
28k+910	0.020	76.92	3.28	0.1748	0.1656	0.57	1	0.36	600	0.48	0.12	LIMPIEZA
29K+420	0.020	76.92	4.19	0.3594	0.2387	1.50	1	0.50	900	0.72	0.22	INSUFICIENTE, AMPLIAR
31K+848	0.003	76.92	1.26	0.1763	0.1626	0.22	1	0.29	900	0.72	0.43	LIMPIEZA
32k+340												
32k+680	0.010	76.92	4.52	1.3955	0.4508	6.31	1	1.10	1500	1.20	0.10	
34K+050	0.016	76.92	4.84	0.8134	0.3512	3.93	1	0.81	1,200	0.96	0.15	INSUFICIENTE, AMPLIAR
34K+658	0.010	76.92	2.19	0.1492	0.1540	0.33	1	0.31	600	0.48	0.17	LIMPIEZA
34K+771	0.024	76.92	3.83	0.2391	0.1823	0.92	1	0.47	600	0.48	0.01	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO
34K+893	0.035	76.92	4.59	0.2544	0.1822	1.17	1	0.51	600	0.48	0.03	LIMPIEZA
35K+231	0.010	76.92	4.39	1.2116	0.4317	5.32	1	0.97	1,500	1.20	0.23	INSUFICIENTE, AMPLIAR
35K+330	0.020	76.92	3.85	0.2768	0.2082	1.07	1	0.45	750	0.60	0.15	INSUFICIENTE, AMPLIAR
35K+414	0.030	76.92	3.92	0.1611	0.1598	0.63	1	0.33	600	0.48	0.15	LIMPIEZA
35K+584	0.020	76.92	4.19	0.3700	0.2386	1.55	1	0.44	1,200	0.96	0.53	LIMPIEZA
36K+140	0.041	76.92	4.03	0.1121	0.1328	0.45	1	0.25	600	0.48	0.23	LIMPIEZA
37K+301	0.018	76.92	3.43	0.2306	0.1915	0.79	1	0.39	750	0.60	0.21	LIMPIEZA
37K+427	0.035	76.92	3.95	0.1306	0.1441	0.51	1	0.28	600	0.48	0.20	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO
37K+563												
38K+193												
38K+610	0.020	76.92	4.55	0.5000	0.2702	2.27	1	0.66	900	0.72	0.06	INSUFICIENTE, AMPLIAR
38K+889	0.026	76.92	4.61	0.3854	0.2282	1.78	1	0.61	750	0.60	0.01	LIMPIEZA
39K+049												
39K+682	0.026	76.92	2.68	0.0675	0.0993	0.18	1	0.17	600	0.48	0.31	LIMPIEZA
40K+077	0.020	76.92	3.78	0.2672	0.2051	1.01	1	0.44	750	0.60	0.16	LIMPIEZA
40K+244	0.042	76.92	6.64	0.5346	0.2733	3.55	2	0.71	900	0.72	0.01	LIMPIEZA
41K+031	0.016	76.92	1.93	0.0623	0.0899	0.12	1	0.15	750	0.60	0.45	LIMPIEZA
41K+824	0.048	76.92	3.33	0.0553	0.0880	0.18	1	0.15	600	0.48	0.33	LIMPIEZA
42K+219	0.016	76.92	2.00	0.0621	0.0944	0.12	1	0.16	600	0.48	0.32	LIMPIEZA
42K+527	0.020	76.92	3.46	0.2201	0.1797	0.76	1	0.44	600	0.48	0.04	LIMPIEZA
42K+885	0.040	76.92	4.45	0.1516	0.1552	0.67	1	0.32	600	0.48	0.16	LIMPIEZA
43K+038	0.035	76.92	4.62	0.2366	0.1821	1.09	1	0.47	600	0.48	0.01	LIMPIEZA
43K+634	0.039	76.92	3.54	0.0842	0.1130	0.30	1	0.20	600	0.48	0.28	LIMPIEZA
43K+831	0.015	76.92	3.04	0.2037	0.1799	0.62	1	0.35	750	0.60	0.25	LIMPIEZA
45K+135	0.020	76.92	3.44	0.2114	0.1777	0.73	1	0.42	600	0.48	0.06	LIMPIEZA
45K+800	0.016	76.92	4.96	0.9514	0.3645	4.72	1	0.94	1,200	0.96	0.02	LIMPIEZA
46K+121	0.020	76.92	3.04	0.1366	0.1474	0.41	1	0.29	600	0.48	0.19	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO
48K+733	0.007	76.92	1.98	0.1783	0.1676	0.35	1	0.32	750	0.60	0.28	LIMPIEZA
48K+917	0.020	76.92	3.27	0.1736	0.1652	0.57	1	0.35	600	0.48	0.13	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO



Est.	Pte	Coefficiente rugosidad	Velocidad de cálculo	Sección	Radio hidráulico	Caudal de aportación	Nº elem	Calado máximo cálculo	Diámetro/Altura	Calado propuesto	Calado de resguardo	ACTUACIÓN
	J	K	v	S	R			h	d	a	a-h	
	(m/m)	(m ^{1/3} /s)	(m/s)	(m²)	(m)	(m³/s)		(m)	(mm)	(m)	(m)	
49K+117	CAJÓN PROYECTADO. VER APÉNDICE 3.											
49K+300	0.014	76.92	2.56	0.1453	0.1496	0.37	1	0.27	750	0.60	0.33	LIMPIEZA
49K+522	0.026	76.92	4.93	0.3879	0.2470	1.91	1	0.53	900	0.72	0.19	LIMPIEZA
49K+631	0.023	76.92	3.78	0.2262	0.1876	0.85	1	0.35	900	0.72	0.37	LIMPIEZA
49K+726	0.020	76.92	3.48	0.2275	0.1810	0.79	1	0.45	600	0.48	0.03	LIMPIEZA
49K+889	0.020	76.92	3.45	0.2136	0.1783	0.73	1	0.42	600	0.48	0.06	LIMPIEZA
49K+991	0.039	76.92	4.57	0.1712	0.1642	0.78	1	0.35	600	0.48	0.13	LIMPIEZA
50K+061	0.020	76.92	3.70	0.2471	0.1980	0.91	3	0.41	750	0.60	0.19	LIMPIEZA
50K+632	0.020	76.92	1.86	0.0383	0.0702	0.07	2	0.12	600	0.48	0.36	LIMPIEZA
50K+750	0.016	76.92	1.71	0.0422	0.0745	0.07	1	0.12	600	0.48	0.36	SUSTITUIR DIÁMETRO MÍNIMO

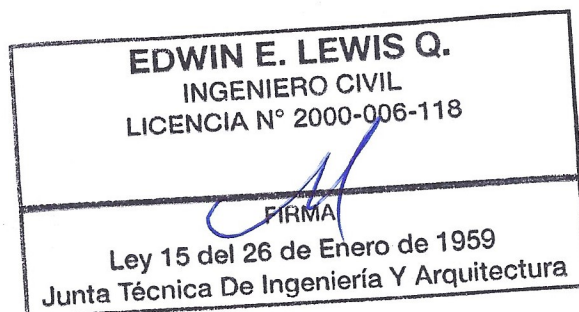
EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

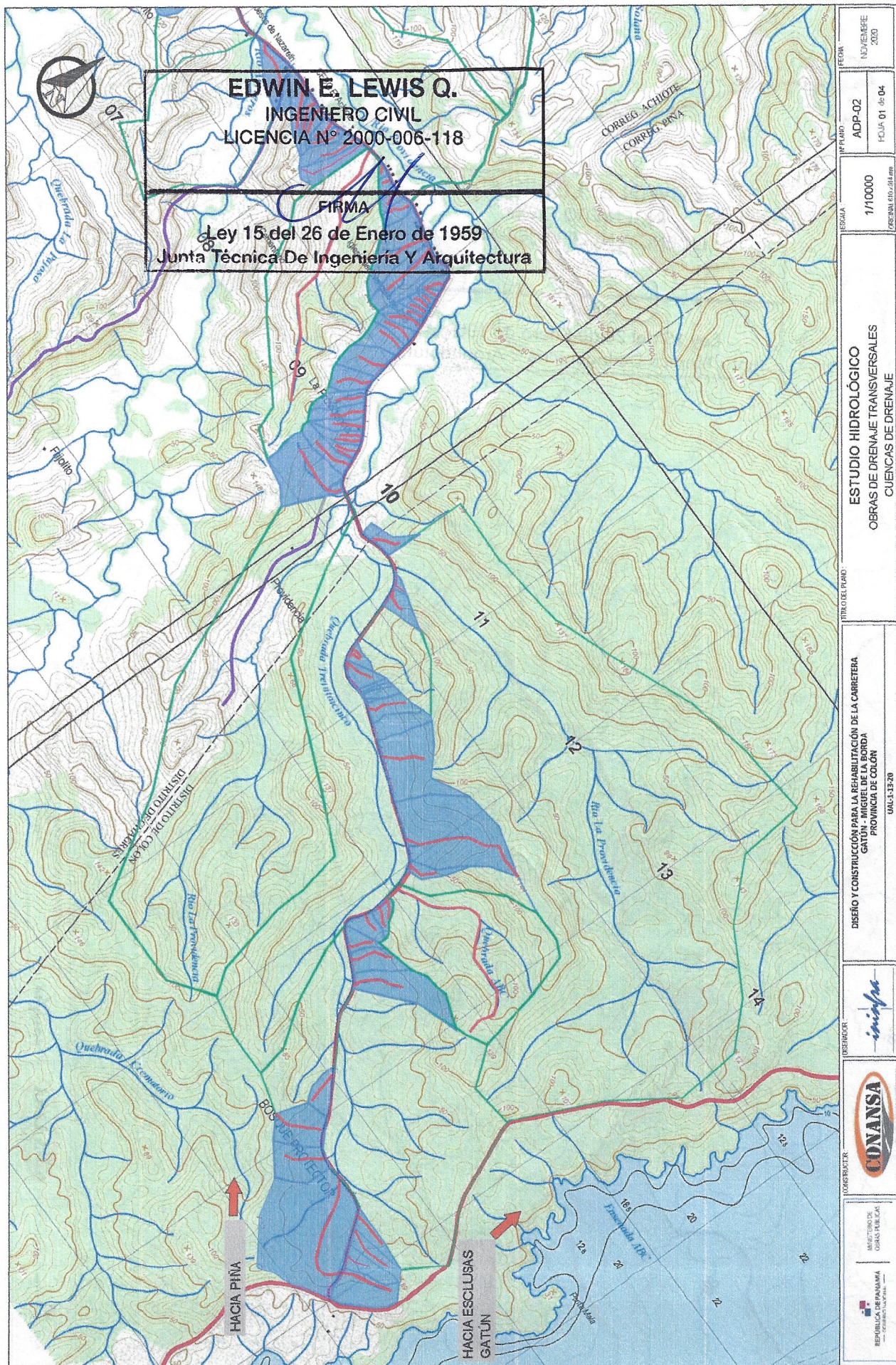
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



APÉNDICE 2. PLANO DE CUENCAS







HY-8 Culvert Analysis Report

Project Title: 124-258
Crossing Name: 124-258

Crossing Elevation Data

Structure Selection Method: Spacing Method, Design and Minimum Flow

Minimum Flow: 0.0 cfs

Design Flow: 14.17 cfs

Minimum Flow: 0.0 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flow Data

APÉNDICE 2. CÁLCULO CAJONES PLUVIALES. MODELO HY8

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Firma]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

HY-8 Culvert Analysis Report

Project Title: 13k+558

Crossing Notes: 13k+558

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 474.276 cfs

Maximum Flow: 474.276 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 13k+558

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
14.60	0.00	0.00	0.00	1
15.13	1.34	1.34	0.00	1
15.45	2.69	2.69	0.00	1
15.71	4.03	4.03	0.00	1
15.93	5.37	5.37	0.00	1
16.14	6.71	6.71	0.00	1
16.35	8.06	8.06	0.00	1
16.55	9.40	9.40	0.00	1
16.76	10.74	10.74	0.00	1
16.98	12.09	12.09	0.00	1
17.21	13.43	13.43	0.00	1
17.92	16.95	16.95	0.00	Overtopping



Rating Curve Plot for Crossing: 13k+558

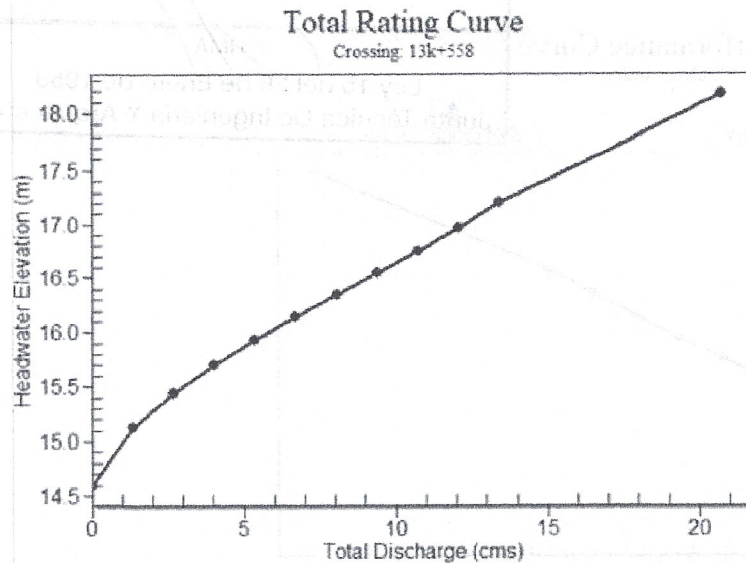


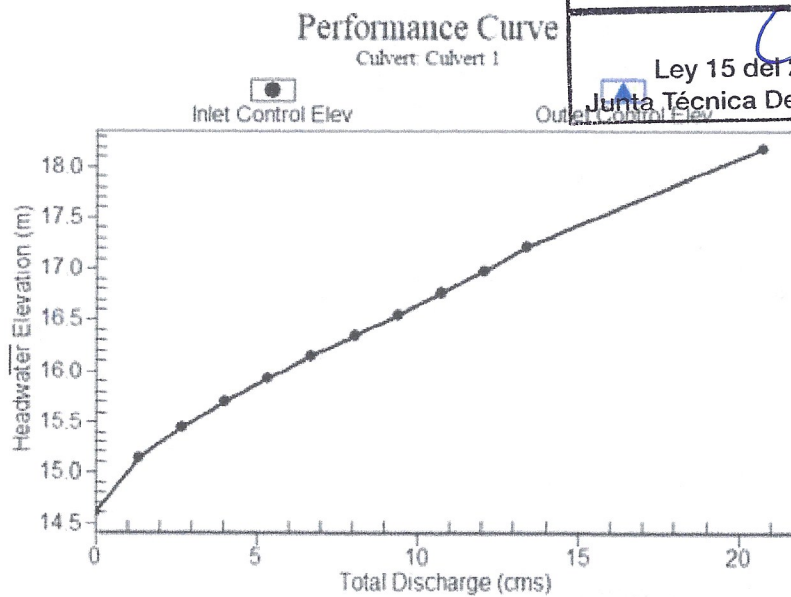
Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	14.60	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.34	1.34	15.13	0.533	0.200	1-S2n	0.221	0.314	0.237	0.109	2.319	1.711
2.69	2.69	15.45	0.847	0.406	1-S2n	0.347	0.498	0.389	0.165	2.828	2.228
4.03	4.03	15.71	1.104	0.598	1-S2n	0.455	0.653	0.522	0.209	3.160	2.594
5.37	5.37	15.93	1.332	0.787	1-S2n	0.553	0.790	0.644	0.248	3.420	2.885
6.71	6.71	16.14	1.543	0.980	1-S2n	0.645	0.917	0.757	0.284	3.635	3.130
8.06	8.06	16.35	1.746	1.180	1-S2n	0.733	1.036	0.864	0.316	3.820	3.343
9.40	9.40	16.55	1.948	1.388	5-S2n	0.818	1.148	0.967	0.346	3.985	3.533
10.74	10.74	16.76	2.157	1.605	5-S2n	0.900	1.255	1.066	0.374	4.132	3.705
12.09	12.09	16.98	2.376	1.833	5-S2n	0.981	1.357	1.161	0.401	4.267	3.863
13.43	13.43	17.21	2.610	2.258	5-S2n	1.059	1.456	1.253	0.427	4.391	4.008

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Signature]
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1

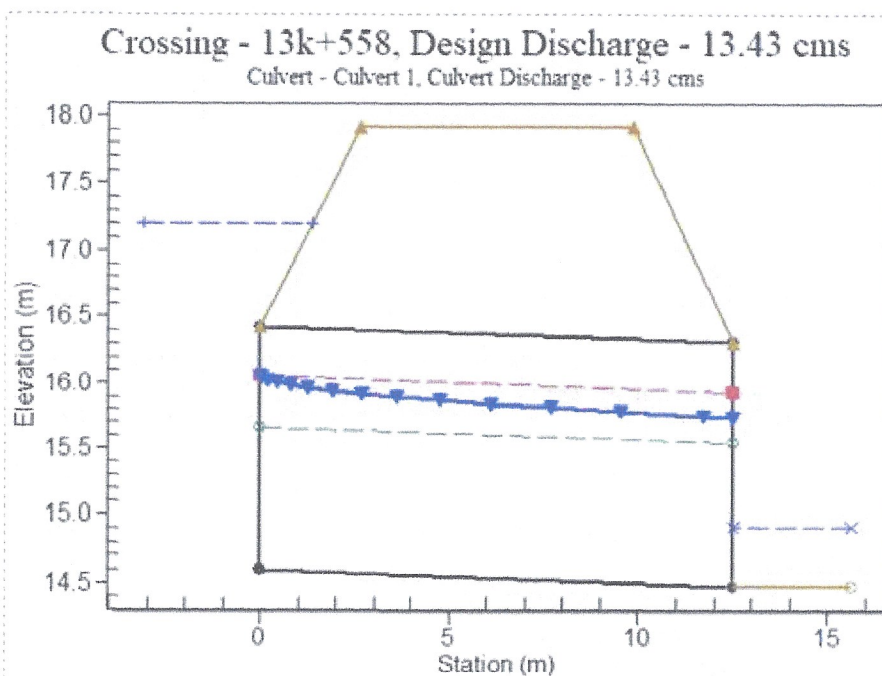


EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 14.60 m

Outlet Station: 12.50 m

Outlet Elevation: 14.48 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2440.00 mm

Barrel Rise: 1830.00 mm

Barrel Material: Concrete

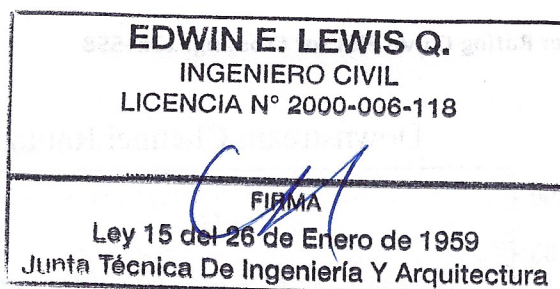
Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0130

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

**Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 13k+558)**

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	14.48	0.00	0.00	0.00	0.00
1.34	14.59	0.11	1.71	10.66	1.68
2.69	14.64	0.16	2.23	16.13	1.79
4.03	14.69	0.21	2.59	20.53	1.86
5.37	14.73	0.25	2.88	24.35	1.91
6.71	14.76	0.28	3.13	27.79	1.95
8.06	14.80	0.32	3.34	30.96	1.98
9.40	14.83	0.35	3.53	33.91	2.00
10.74	14.85	0.37	3.71	36.68	2.02
12.09	14.88	0.40	3.86	39.31	2.04
13.43	14.91	0.43	4.01	41.82	2.06

Tailwater Channel Data - 13k+558

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

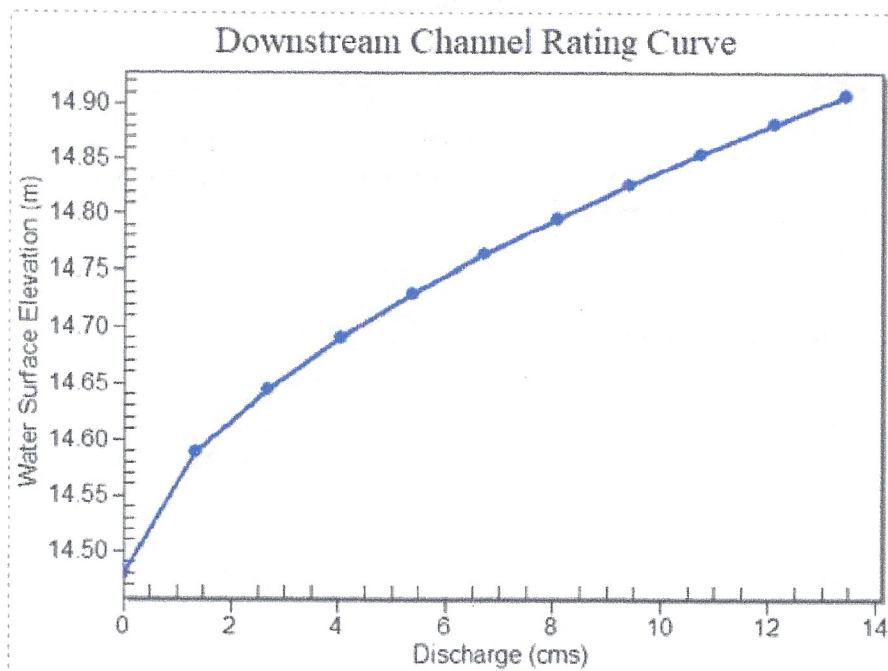
Bottom Width: 7.00 m

Side Slope (H:V): 2.00 (1:1)

Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0130

Channel Invert Elevation: 14.48 m

Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: 13k+558**Roadway Data for Crossing: 13k+558**

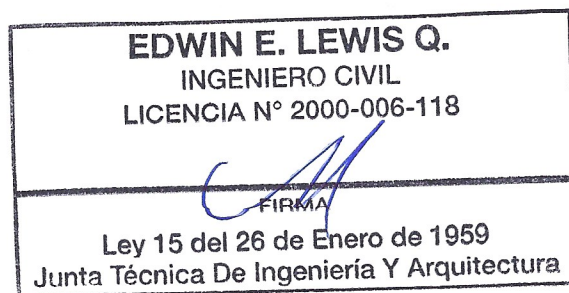
Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 12.00 m

Crest Elevation: 17.92 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 7.20 m



HY-8 Culvert Analysis Report

Project Notes

Project Title: 18K+792

Crossing Notes: 18k+972

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 1294.99 cfs

Maximum Flow: 1294.99 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 18k+972

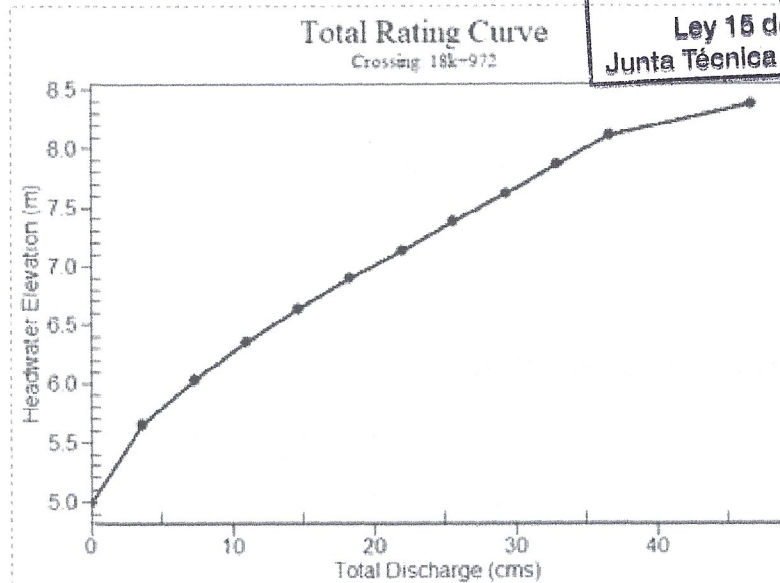
Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
5.00	0.00	0.00	0.00	1
5.65	3.67	3.67	0.00	1
6.04	7.33	7.33	0.00	1
6.36	11.00	11.00	0.00	1
6.64	14.67	14.67	0.00	1
6.89	18.34	18.34	0.00	1
7.14	22.00	22.00	0.00	1
7.38	25.67	25.67	0.00	1
7.62	29.34	29.34	0.00	1
7.86	33.00	33.00	0.00	1
8.12	36.67	36.67	0.00	1
8.20	37.74	37.74	0.00	Overtopping

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Rating Curve Plot for Crossing: 18k+972



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

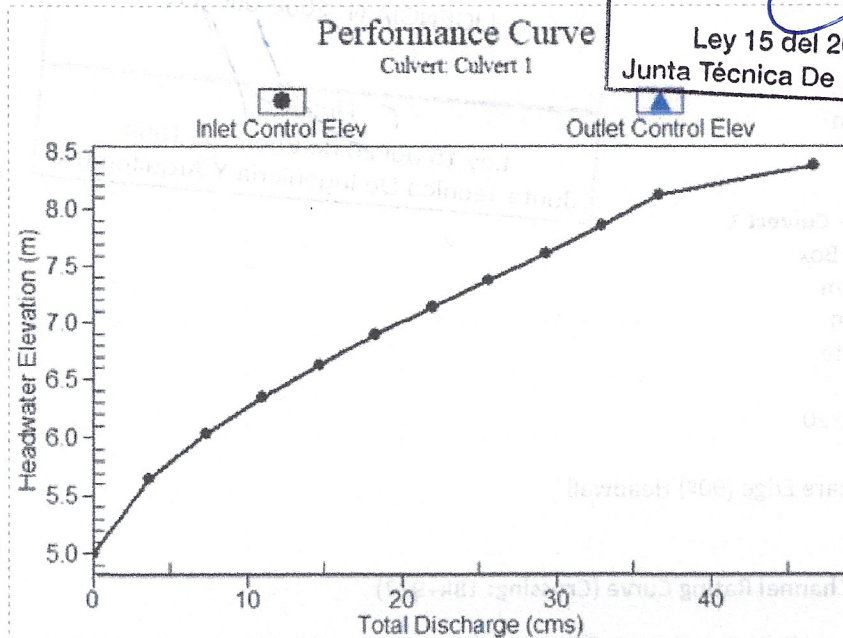
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	5.00	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3.67	3.67	5.65	0.656	0.340	1-S2n	0.254	0.386	0.292	0.438	2.570	1.126
7.33	7.33	6.04	1.042	0.588	1-S2n	0.400	0.613	0.485	0.663	3.099	1.443
11.00	11.00	6.36	1.361	0.808	1-S2n	0.526	0.803	0.651	0.845	3.461	1.659
14.67	14.67	6.64	1.641	1.019	1-S2n	0.641	0.973	0.804	1.003	3.740	1.827
18.34	18.34	6.89	1.900	1.228	1-S2n	0.750	1.129	0.945	1.145	3.974	1.966
22.00	22.00	7.14	2.144	1.441	1-S2n	0.854	1.275	1.079	1.275	4.177	2.085
25.67	25.67	7.38	2.383	1.676	1-S2n	0.955	1.413	1.207	1.396	4.357	2.189
29.34	29.34	7.62	2.623	1.921	5-S2n	1.053	1.544	1.330	1.510	4.520	2.283
33.00	33.00	7.86	2.869	2.175	5-S2n	1.149	1.670	1.448	1.618	4.669	2.368
36.67	36.67	8.12	3.127	2.439	5-S2n	1.243	1.792	1.563	1.720	4.808	2.445

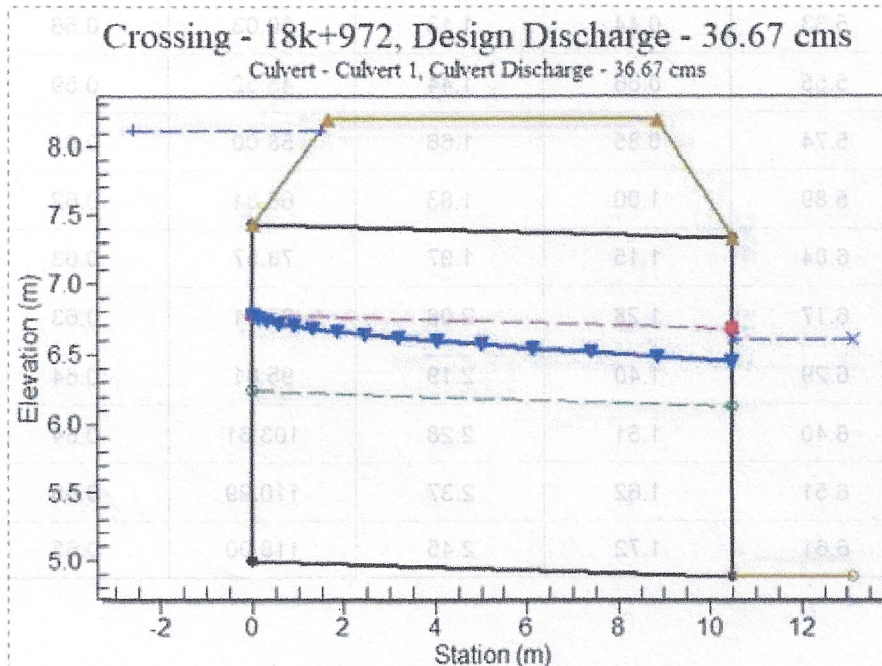
Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 5.00 m

Outlet Station: 10.50 m

Outlet Elevation: 4.89 m

Number of Barrels: 2

**Culvert Data Summary - Culvert 1**

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2440.00 mm

Barrel Rise: 2440.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 18k+972)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	4.89	0.00	0.00	0.00	0.00
3.67	5.33	0.44	1.13	30.03	0.56
7.33	5.55	0.66	1.44	45.52	0.59
11.00	5.74	0.85	1.66	58.00	0.61
14.67	5.89	1.00	1.83	68.84	0.62
18.34	6.04	1.15	1.97	78.57	0.63
22.00	6.17	1.28	2.08	87.51	0.63
25.67	6.29	1.40	2.19	95.81	0.64
29.34	6.40	1.51	2.28	103.61	0.64
33.00	6.51	1.62	2.37	110.99	0.65
36.67	6.61	1.72	2.45	118.00	0.65

Tailwater Channel Data - 18k+972

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 7.00 m

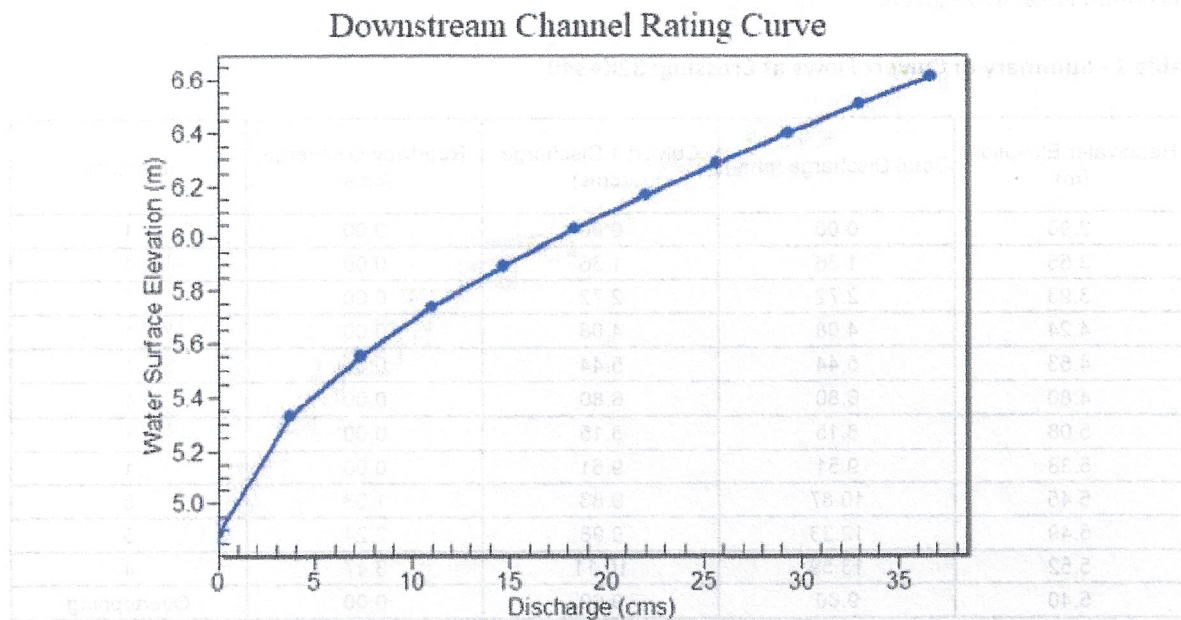
Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)

Channel Slope: 0.0070

Channel Manning's n: 0.0400

Channel Invert Elevation: 4.89 m

Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: 18k+972



Roadway Data for Crossing: 18k+972

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 50.00 m

Crest Elevation: 8.20 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 7.20 m

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Signature]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

HY-8 Culvert Analysis Report

Project Notes

Project Title: 32K+340

Crossing Notes: 32K+340

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

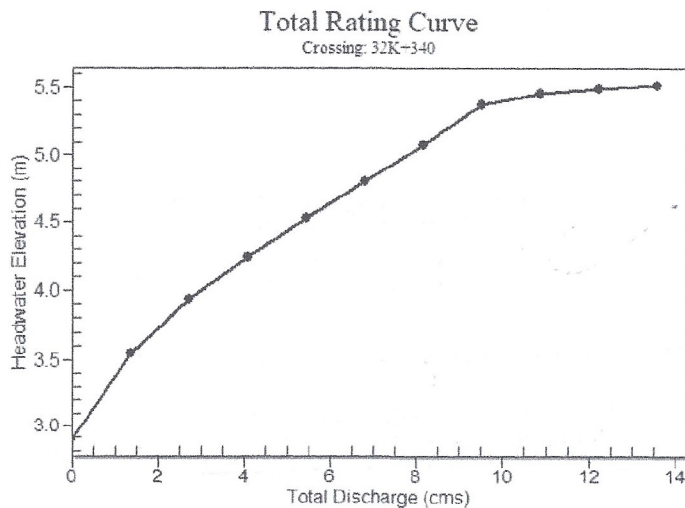
Design Flow: 479.926 cfs

Maximum Flow: 479.926 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 32K+340

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
2.90	0.00	0.00	0.00	1
3.55	1.36	1.36	0.00	1
3.93	2.72	2.72	0.00	1
4.24	4.08	4.08	0.00	1
4.53	5.44	5.44	0.00	1
4.80	6.80	6.80	0.00	1
5.08	8.15	8.15	0.00	1
5.38	9.51	9.51	0.00	1
5.45	10.87	9.83	1.03	8
5.49	12.23	9.98	2.24	5
5.52	13.59	10.11	3.47	4
5.40	9.60	9.60	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: 32K+340



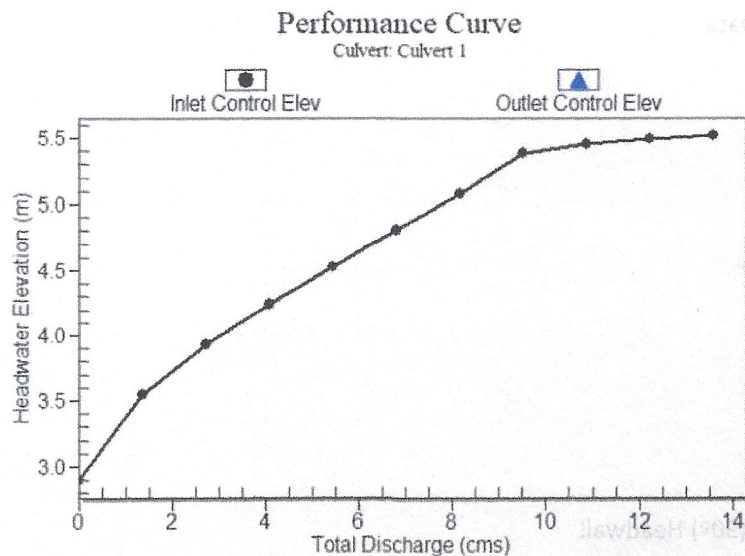
EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Signature]
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	2.90	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.36	1.36	3.55	0.653	0.307	1-S2n	0.300	0.383	0.316	0.180	2.349	1.023
2.72	2.72	3.93	1.033	0.572	1-S2n	0.480	0.608	0.518	0.272	2.870	1.323
4.08	4.08	4.24	1.344	0.828	1-S2n	0.640	0.797	0.693	0.346	3.216	1.532
5.44	5.44	4.53	1.626	1.092	1-S2n	0.789	0.965	0.853	0.410	3.482	1.696
6.80	6.80	4.80	1.899	1.368	5-S2n	0.931	1.120	1.003	0.467	3.703	1.833
8.15	8.15	5.08	2.179	1.662	5-S2n	1.069	1.265	1.145	0.520	3.892	1.952
9.51	9.51	5.38	2.480	2.189	5-S2n	1.204	1.402	1.281	0.568	4.058	2.057
10.87	9.83	5.45	2.554	2.249	5-S2n	1.235	1.433	1.312	0.614	4.094	2.151
12.23	9.98	5.49	2.590	2.278	5-S2n	1.250	1.447	1.327	0.657	4.111	2.237
13.59	10.11	5.52	2.620	2.303	5-S2n	1.262	1.459	1.339	0.699	4.125	2.317

Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1

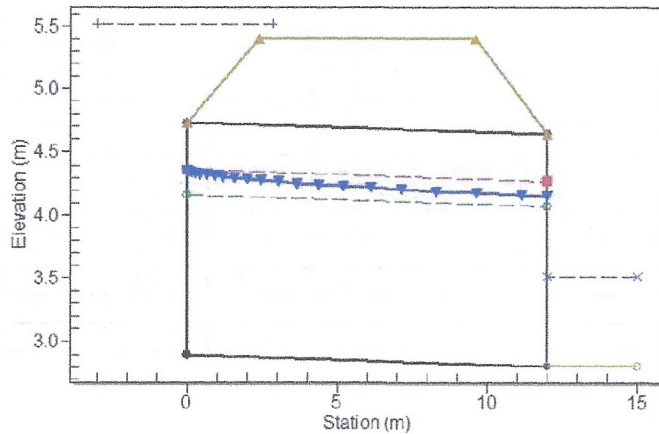


EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

[Signature]
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1

Crossing - 32K+340, Design Discharge - 13.59 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 10.11 cms



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 2.90 m

Outlet Station: 12.00 m

Outlet Elevation: 2.81 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 1830.00 mm

Barrel Rise: 1830.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0130

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

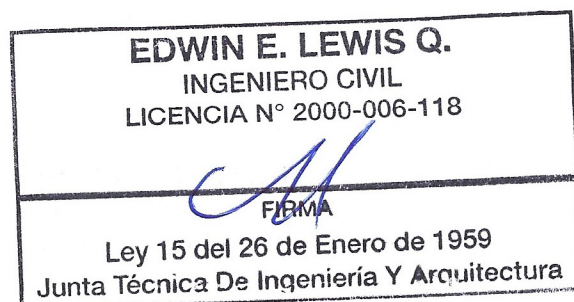


Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 32K+340)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	2.81	0.00	0.00	0.00	0.00
1.36	2.99	0.18	1.02	17.68	0.79
2.72	3.08	0.27	1.32	26.69	0.84
4.08	3.16	0.35	1.53	33.92	0.87
5.44	3.22	0.41	1.70	40.18	0.89
6.80	3.28	0.47	1.83	45.79	0.91
8.15	3.33	0.52	1.95	50.94	0.92
9.51	3.38	0.57	2.06	55.71	0.93
10.87	3.42	0.61	2.15	60.20	0.94
12.23	3.47	0.66	2.24	64.44	0.95
13.59	3.51	0.70	2.32	68.47	0.96

Tailwater Channel Data - 32K+340

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 7.00 m

Side Slope (H:V): 2.00 (_:1)

Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 2.81 m

Roadway Data for Crossing: 32K+340

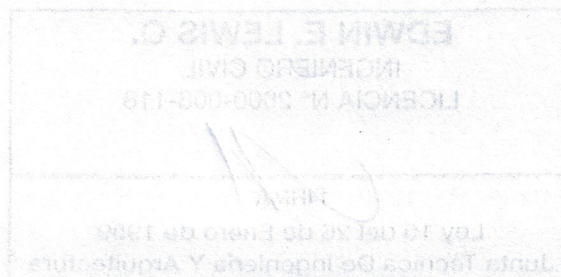
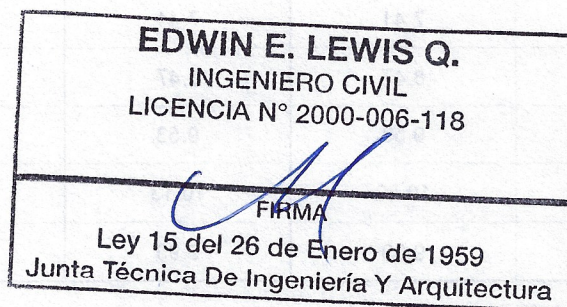
Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 50.00 m

Crest Elevation: 5.40 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 7.20 m



HY-8 Culvert Analysis Report

Project Notes

Project Title: 37k+557

Crossing Notes: 37k+557

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 373.982 cfs

Maximum Flow: 373.982 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 37k+557

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
9.01	0.00	0.00	0.00	1
9.56	1.06	1.06	0.00	1
9.88	2.12	2.12	0.00	1
10.15	3.18	3.18	0.00	1
10.38	4.24	4.24	0.00	1
10.60	5.30	5.30	0.00	1
10.82	6.35	6.35	0.00	1
11.03	7.41	7.41	0.00	1
11.25	8.47	8.47	0.00	1
11.49	9.53	9.53	0.00	1
11.63	10.59	10.13	0.46	11
11.60	9.99	9.99	0.00	Overtopping

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118


FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Rating Curve Plot for Crossing: 37k+557

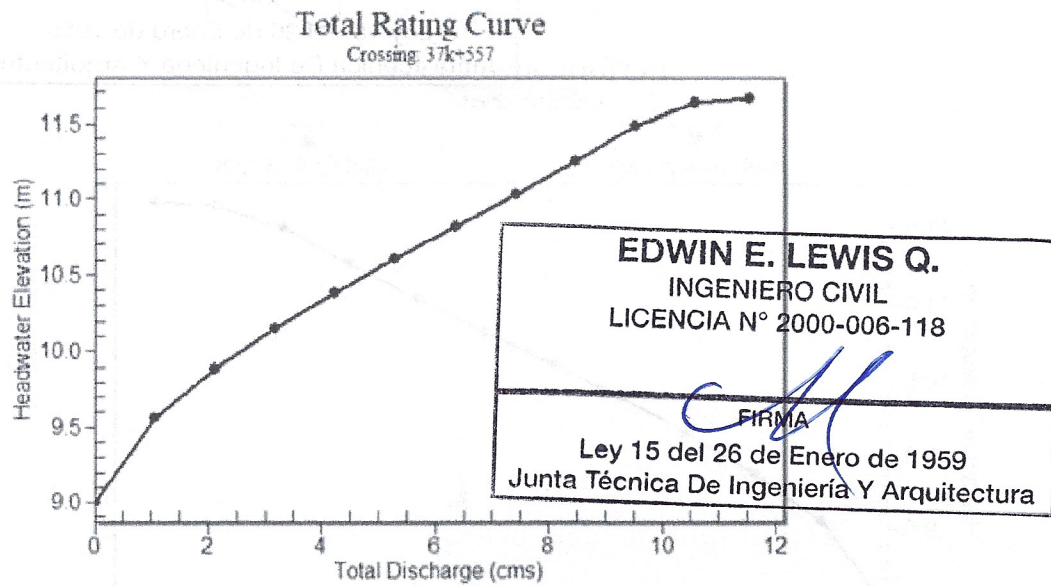


Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	9.01	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.06	1.06	9.56	0.553	0.259	1-S2n	0.247	0.324	0.265	0.268	2.186	1.317
2.12	2.12	9.88	0.878	0.474	1-S2n	0.393	0.515	0.433	0.420	2.672	1.682
3.18	3.18	10.15	1.143	0.674	1-S2n	0.520	0.675	0.579	0.550	2.997	1.927
4.24	4.24	10.38	1.379	0.873	1-S2n	0.638	0.817	0.712	0.668	3.249	2.114
5.30	5.30	10.60	1.598	1.077	1-S2n	0.750	0.948	0.837	0.779	3.458	2.265
6.35	6.35	10.82	1.811	1.288	1-S2n	0.858	1.071	0.954	0.885	3.639	2.393
7.41	7.41	11.03	2.025	1.509	5-S2n	0.963	1.187	1.067	0.987	3.798	2.502
8.47	8.47	11.25	2.247	1.741	5-S2n	1.066	1.297	1.174	1.087	3.942	2.599
9.53	9.53	11.49	2.484	2.197	5-S2n	1.167	1.403	1.279	1.184	4.072	2.684
10.59	10.13	11.63	2.626	2.310	5-S2n	1.223	1.461	1.336	1.278	4.141	2.761

Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

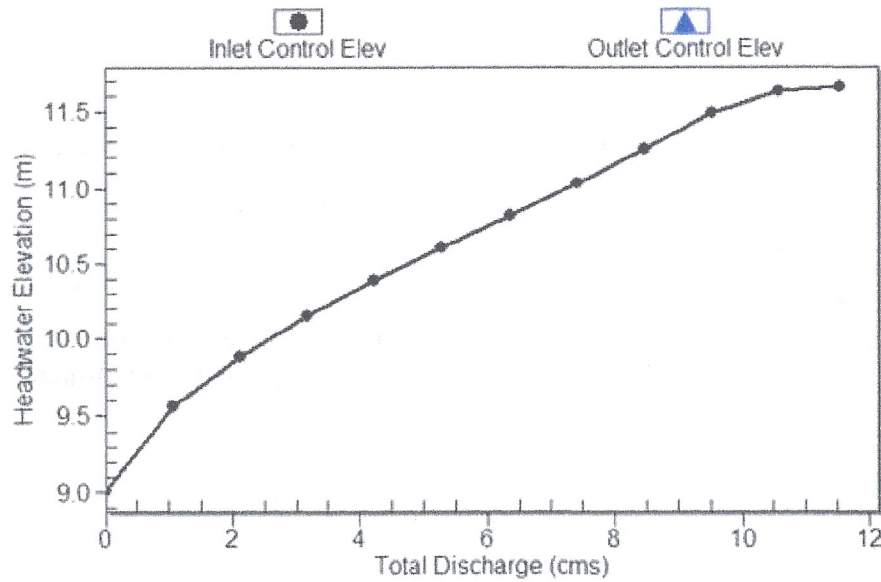
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Performance Curve

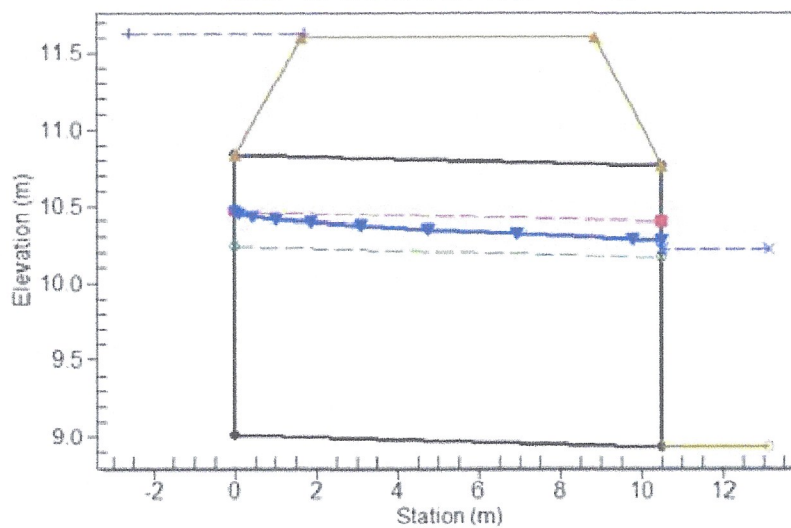
Culvert: Culvert 1



Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1

Crossing - 37k+557, Design Discharge - 10.59 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 10.13 cms



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 9.01 m

Outlet Station: 10.50 m

Outlet Elevation: 8.93 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 1830.00 mm

Barrel Rise: 1830.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

**Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 37k+557)**

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	8.93	0.00	0.00	0.00	0.00
1.06	9.20	0.27	1.32	52.54	0.81
2.12	9.35	0.42	1.68	82.30	0.83
3.18	9.48	0.55	1.93	107.76	0.83
4.24	9.60	0.67	2.11	130.97	0.83
5.30	9.71	0.78	2.27	152.75	0.82
6.35	9.82	0.89	2.39	173.54	0.81
7.41	9.92	0.99	2.50	193.58	0.80
8.47	10.02	1.09	2.60	213.03	0.80
9.53	10.12	1.18	2.68	232.02	0.79
10.59	10.21	1.28	2.76	250.62	0.78

Tailwater Channel Data - 37k+557

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel

Bottom Width: 3.00 m

Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0400

Channel Invert Elevation: 8.93 m

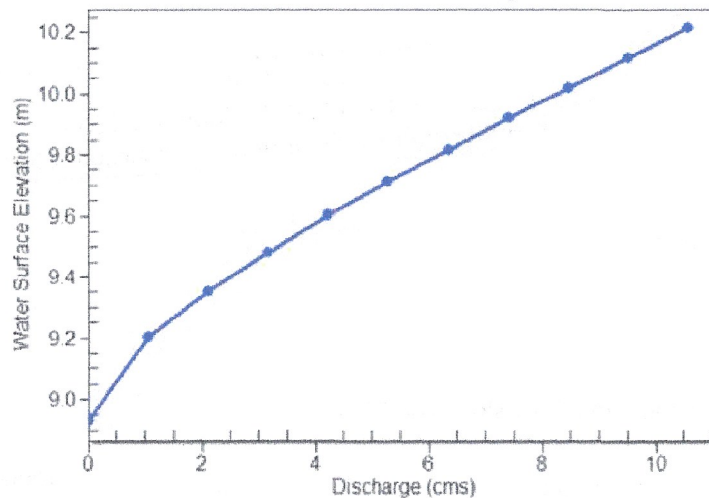
Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: 37k+557

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Downstream Channel Rating Curve

**Roadway Data for Crossing: 37k+557**

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 50.00 m

Crest Elevation: 11.60 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 7.20 m

HY-8 Culvert Analysis Report

Project Notes

Project Title: 38K+193

Crossing Notes: 38K+193

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 638.489 cfs

Maximum Flow: 638.489 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 38k+193

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
3.41	0.00	0.00	0.00	1
4.06	1.81	1.81	0.00	1
4.44	3.62	3.62	0.00	1
4.75	5.42	5.42	0.00	1
5.03	7.23	7.23	0.00	1
5.29	9.04	9.04	0.00	1
5.54	10.85	10.85	0.00	1
5.80	12.66	12.66	0.00	1
6.06	14.46	14.46	0.00	1
6.24	16.27	15.60	0.66	9
6.29	18.08	15.90	2.17	6
6.20	15.35	15.35	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: 38k+193

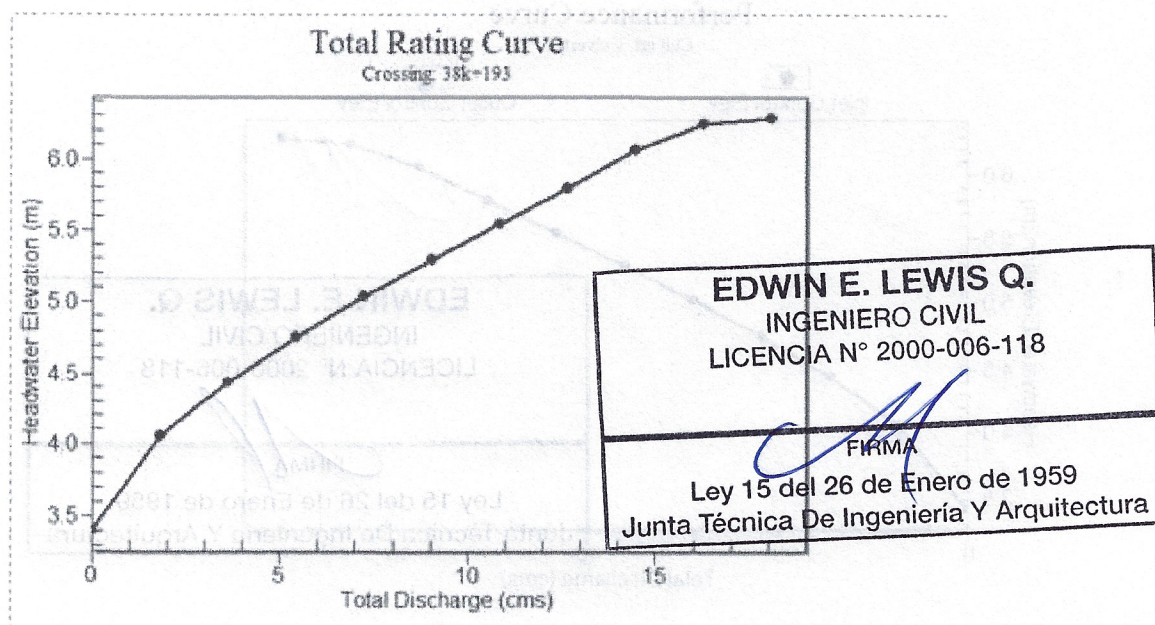
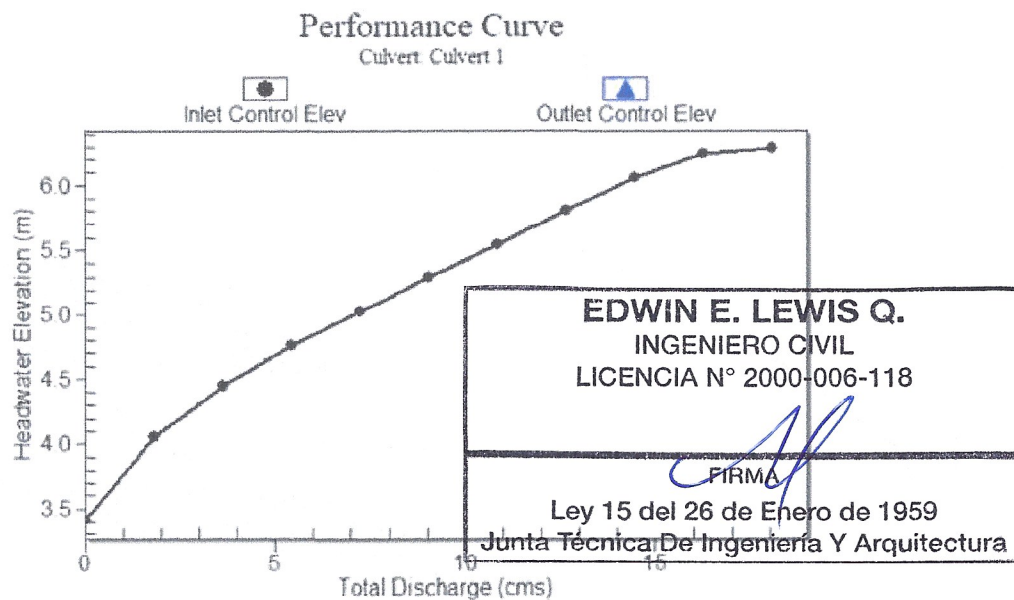


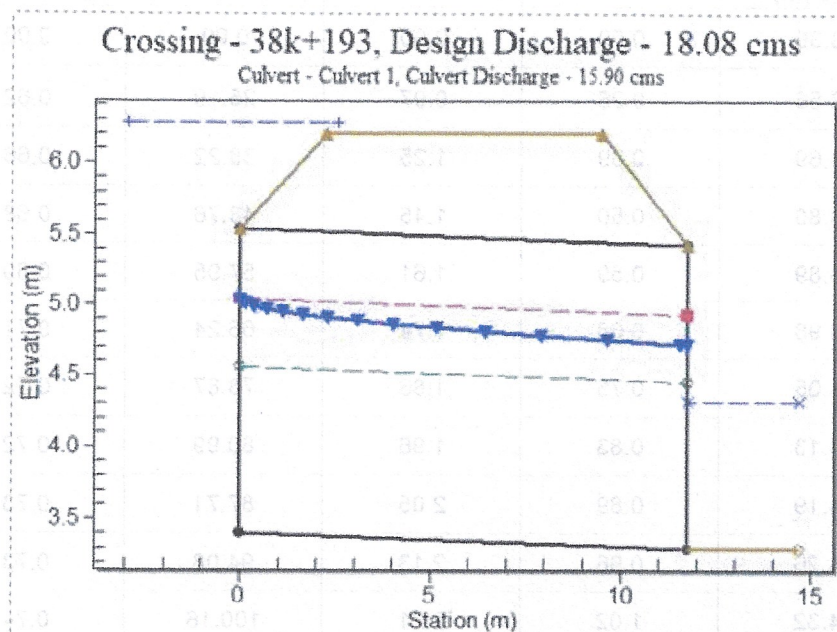
Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	3.41	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.81	1.81	4.06	0.651	0.284	1-S2n	0.258	0.382	0.292	0.257	2.542	0.969
3.62	3.62	4.44	1.033	0.538	1-S2n	0.408	0.607	0.482	0.390	3.073	1.255
5.42	5.42	4.75	1.345	0.775	1-S2n	0.536	0.796	0.648	0.497	3.432	1.454
7.23	7.23	5.03	1.623	1.011	1-S2n	0.654	0.964	0.799	0.591	3.712	1.612
9.04	9.04	5.29	1.882	1.252	1-S2n	0.765	1.118	0.939	0.676	3.944	1.743
10.85	10.85	5.54	2.134	1.503	5-S2n	0.872	1.263	1.072	0.754	4.145	1.857
12.66	12.66	5.80	2.389	1.766	5-S2n	0.975	1.400	1.199	0.826	4.325	1.957
14.46	14.46	6.06	2.656	2.041	5-S2n	1.075	1.530	1.321	0.895	4.486	2.048
16.27	15.60	6.24	2.833	2.483	5-S2n	1.137	1.609	1.396	0.960	4.582	2.130
18.08	15.90	6.29	2.880	2.521	5-S2n	1.153	1.630	1.415	1.022	4.606	2.206

Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1



Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 3.41 m

Outlet Station: 11.75 m

Outlet Elevation: 3.30 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2440.00 mm

Barrel Rise: 2130.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 38k+193)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00
1.81	3.56	0.26	0.97	25.19	0.62
3.62	3.69	0.39	1.25	38.22	0.66
5.42	3.80	0.50	1.45	48.76	0.68
7.23	3.89	0.59	1.61	57.95	0.69
9.04	3.98	0.68	1.74	66.24	0.71
10.85	4.05	0.75	1.86	73.87	0.72
12.66	4.13	0.83	1.96	80.99	0.72
14.46	4.19	0.89	2.05	87.71	0.73
16.27	4.26	0.96	2.13	94.08	0.73
18.08	4.32	1.02	2.21	100.16	0.74

Tailwater Channel Data - 38k+193

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

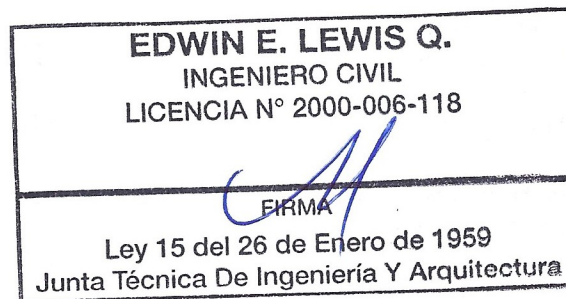
Bottom Width: 7.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (_:1)

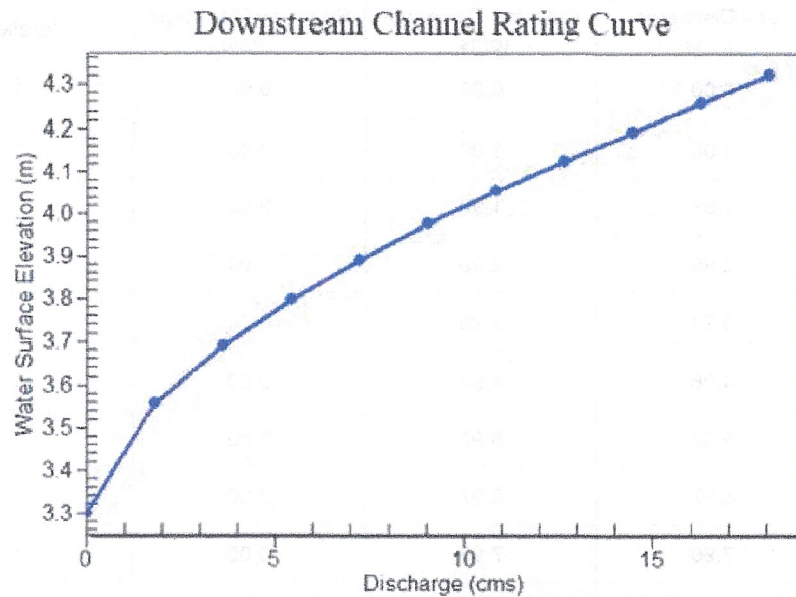
Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0400

Channel Invert Elevation: 3.30 m



Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: 38k+193



Roadway Data for Crossing: 38k+193

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 50.00 m

Crest Elevation: 6.20 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 7.20 m

HY-8 Culvert Analysis Report

Project Notes

Project Title: 39k+049

Crossing Notes: 39k+049

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 351.381 cfs

Maximum Flow: 351.381 cfs

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 39k+049

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
5.50	0.00	0.00	0.00	1
6.03	1.00	1.00	0.00	1
6.34	1.99	1.99	0.00	1
6.59	2.99	2.99	0.00	1
6.82	3.98	3.98	0.00	1
7.03	4.98	4.98	0.00	1
7.23	5.97	5.97	0.00	1
7.43	6.97	6.97	0.00	1
7.63	7.96	7.96	0.00	1
7.85	8.96	8.96	0.00	1
8.02	9.95	9.70	0.24	13
8.00	9.61	9.61	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: 39k+049

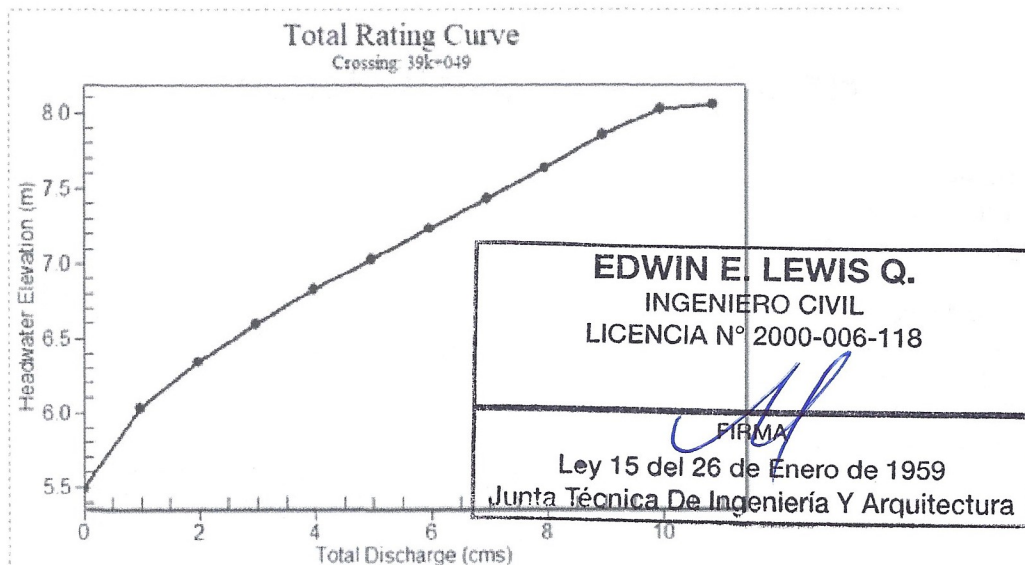
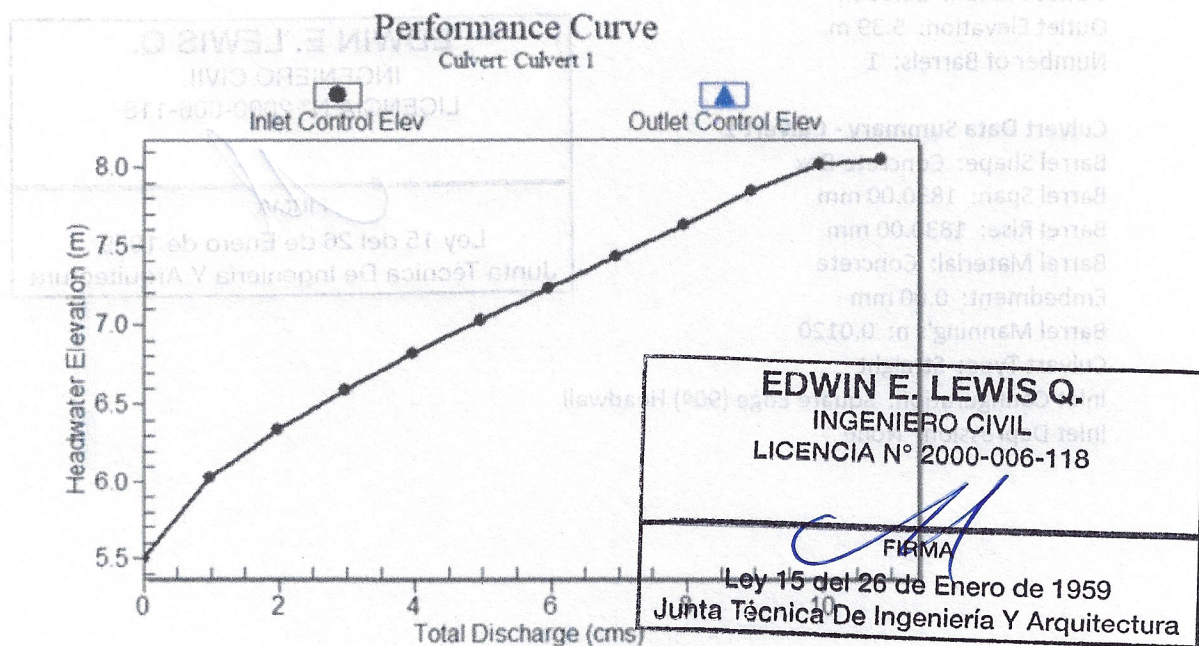


Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	5.50	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	1.00	6.03	0.528	0.208	1-S2n	0.204	0.311	0.230	0.162	2.367	1.232
1.99	1.99	6.34	0.839	0.412	1-S2n	0.323	0.494	0.381	0.248	2.852	1.605
2.99	2.99	6.59	1.094	0.601	1-S2n	0.425	0.647	0.514	0.320	3.174	1.868
3.98	3.98	6.82	1.320	0.788	1-S2n	0.519	0.784	0.635	0.383	3.426	2.077
4.98	4.98	7.03	1.529	0.977	1-S2n	0.608	0.910	0.748	0.442	3.634	2.253
5.97	5.97	7.23	1.730	1.173	1-S2n	0.693	1.027	0.855	0.496	3.816	2.406
6.97	6.97	7.43	1.930	1.377	5-S2n	0.775	1.139	0.957	0.548	3.977	2.541
7.96	7.96	7.63	2.135	1.589	5-S2n	0.856	1.245	1.055	0.598	4.121	2.664
8.96	8.96	7.85	2.350	1.812	5-S2n	0.934	1.346	1.150	0.645	4.254	2.775
9.95	9.70	8.02	2.521	2.191	5-S2n	0.993	1.420	1.220	0.692	4.347	2.878

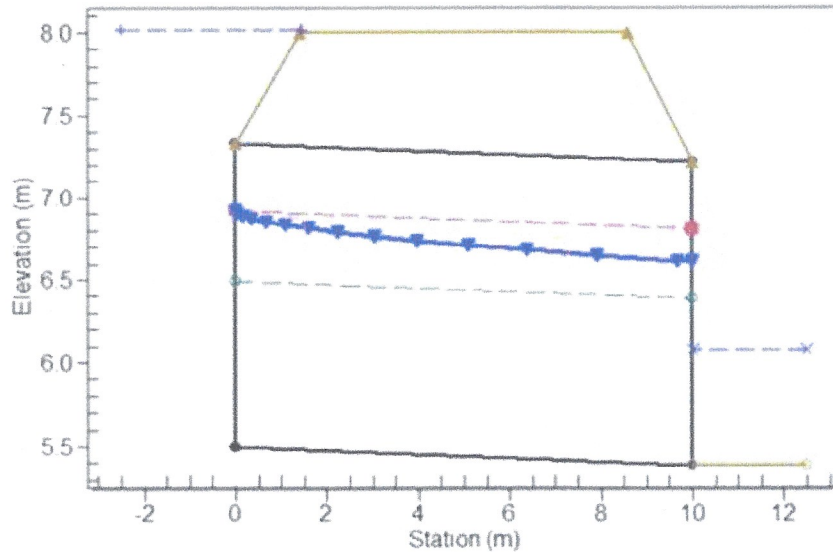
Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1



Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1

Crossing - 39k+049, Design Discharge - 9.95 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 9.70 cms



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 5.50 m

Outlet Station: 10.00 m

Outlet Elevation: 5.39 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 1830.00 mm

Barrel Rise: 1830.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 39k+049)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	5.55	0.16	1.23	47.51	0.98
1.99	5.64	0.25	1.60	72.93	1.03
2.99	5.71	0.32	1.87	93.98	1.05
3.98	5.77	0.38	2.08	112.68	1.07
4.98	5.83	0.44	2.25	129.86	1.08
5.97	5.89	0.50	2.41	145.95	1.09
6.97	5.94	0.55	2.54	161.19	1.10
7.96	5.99	0.60	2.66	175.77	1.10
8.96	6.04	0.65	2.77	189.79	1.10
9.95	6.08	0.69	2.88	203.36	1.10

Tailwater Channel Data - 39k+049

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel

Bottom Width: 5.00 m

Channel Slope: 0.0300

Channel Manning's n: 0.0400

Channel Invert Elevation: 5.39 m

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

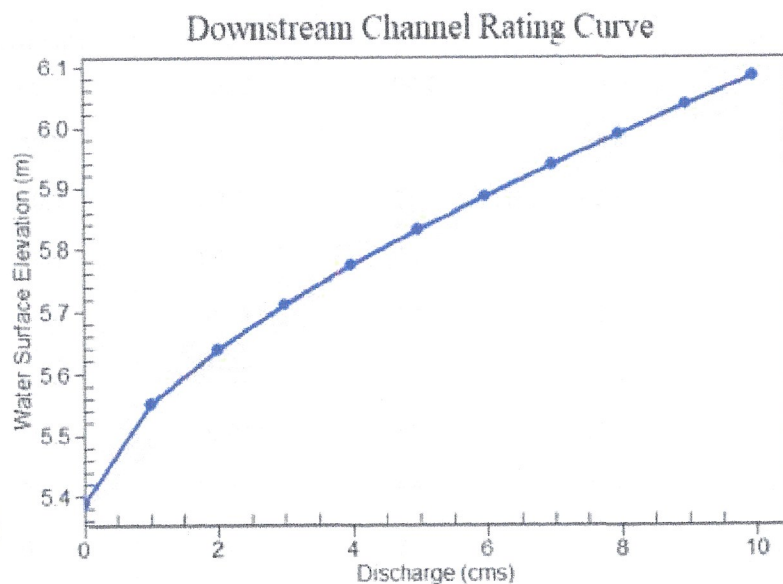
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: 39k+049



Roadway Data for Crossing: 39k+049

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation
Crest Length: 50.00 m
Crest Elevation: 8.00 m
Roadway Surface: Paved
Roadway Top Width: 7.20 m

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

HY-8 Culvert Analysis Report

Project Notes

Project Title: 49k+120

Crossing Notes: 49k+120

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0 cfs

Design Flow: 964.797 cfs

Maximum Flow: 964.797 cfs

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: 49k+120

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
1.68	0.00	0.00	0.00	1
2.22	2.73	2.73	0.00	1
2.54	5.46	5.46	0.00	1
2.80	8.20	8.20	0.00	1
3.03	10.93	10.93	0.00	1
3.24	13.66	13.66	0.00	1
3.45	16.39	16.39	0.00	1
3.65	19.12	19.12	0.00	1
3.87	21.86	21.86	0.00	1
4.04	24.59	23.96	0.62	8
4.10	27.32	24.68	2.62	5
4.00	23.49	23.49	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: 49k+120

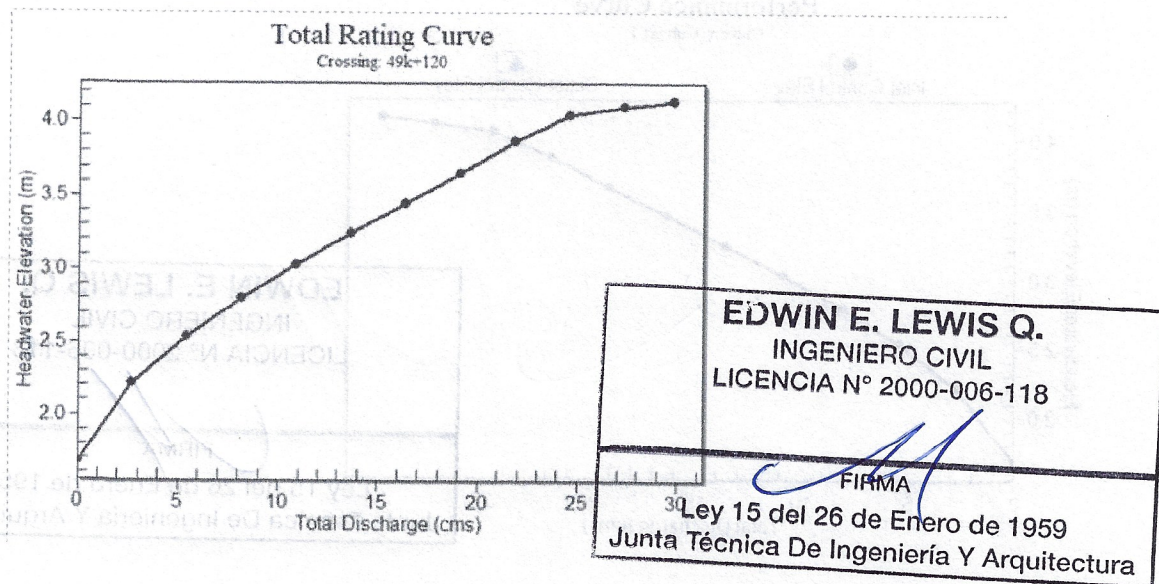
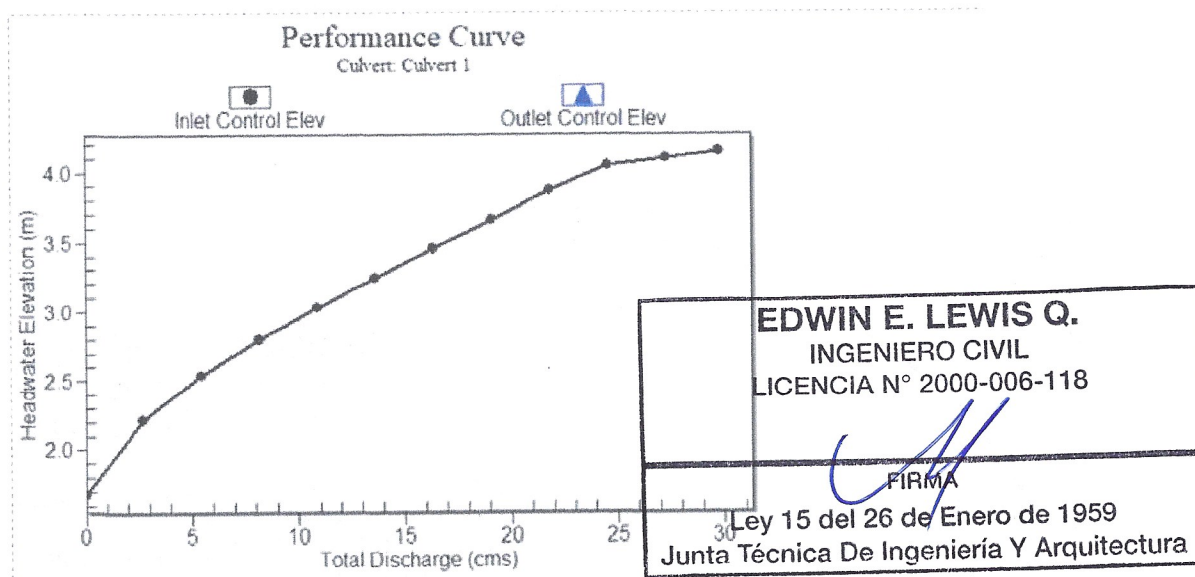


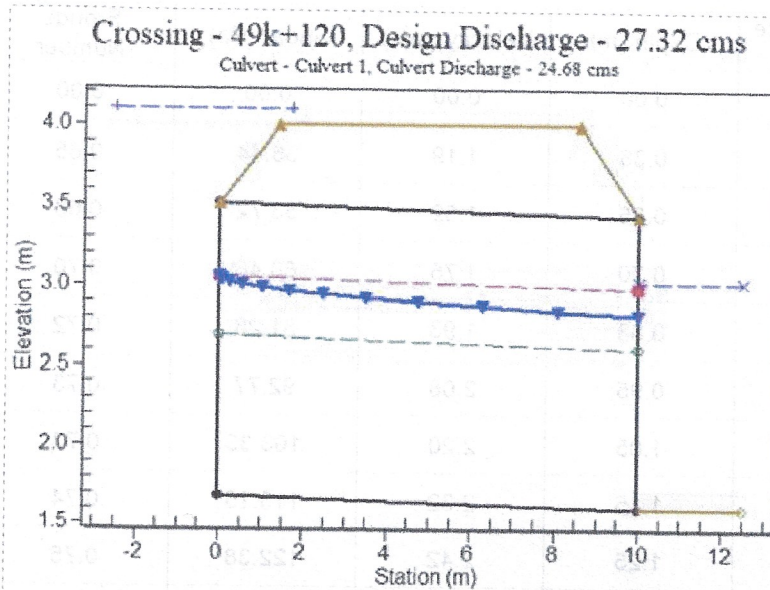
Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	1.68	0.000	0.000	0-NF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.73	2.73	2.22	0.540	0.289	1-S2n	0.226	0.317	0.249	0.362	2.249	1.188
5.46	5.46	2.54	0.858	0.498	1-S2n	0.354	0.504	0.409	0.548	2.740	1.523
8.20	8.20	2.80	1.118	0.686	1-S2n	0.465	0.660	0.547	0.698	3.070	1.752
10.93	10.93	3.03	1.348	0.869	1-S2n	0.565	0.799	0.674	0.829	3.325	1.930
13.66	13.66	3.24	1.562	1.053	1-S2n	0.660	0.928	0.791	0.946	3.541	2.078
16.39	16.39	3.45	1.768	1.243	1-S2n	0.750	1.048	0.902	1.054	3.724	2.204
19.12	19.12	3.65	1.975	1.447	5-S2n	0.837	1.161	1.007	1.154	3.890	2.316
21.86	21.86	3.87	2.187	1.667	5-S2n	0.921	1.269	1.109	1.248	4.038	2.415
24.59	23.96	4.04	2.359	1.844	5-S2n	0.985	1.349	1.185	1.338	4.144	2.505
27.32	24.68	4.10	2.420	1.952	5-S2n	1.007	1.376	1.210	1.422	4.179	2.588

Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1



Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 1.68 m

Outlet Station: 10.00 m

Outlet Elevation: 1.60 m

Number of Barrels: 2

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2440.00 mm

Barrel Rise: 1830.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None



Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: 49k+120)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
2.73	1.96	0.36	1.19	35.44	0.65
5.46	2.15	0.55	1.52	53.72	0.68
8.20	2.30	0.70	1.75	68.46	0.70
10.93	2.43	0.83	1.93	81.26	0.72
13.66	2.55	0.95	2.08	92.77	0.73
16.39	2.65	1.05	2.20	103.33	0.73
19.12	2.75	1.15	2.32	113.15	0.74
21.86	2.85	1.25	2.42	122.38	0.75
24.59	2.94	1.34	2.51	131.11	0.75
27.32	3.02	1.42	2.59	139.41	0.76

Tailwater Channel Data - 49k+120

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 6.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)

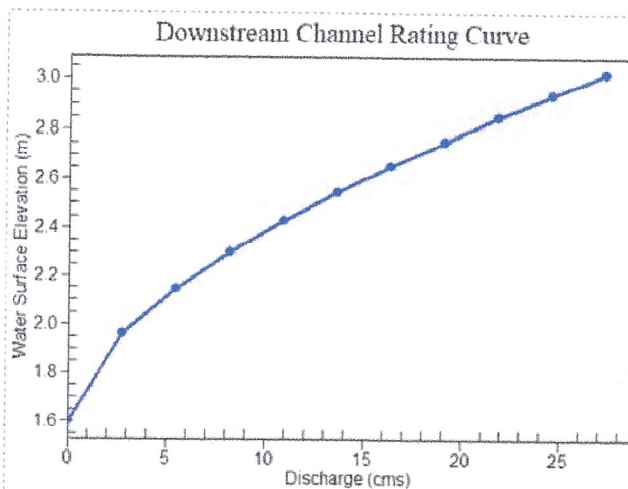
Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0400

Channel Invert Elevation: 1.60 m



Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: 49k+120



Roadway Data for Crossing: 49k+120

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 50.00 m

Crest Elevation: 4.00 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 7.20 m

EDWIN E. LEWIS Q.

INGENIERO CIVIL

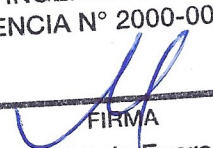
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

APÉNDICE 3. CALCULOS HIDRÁULICOS CUNETAS

EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118


FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
10K+600	10K+685	85.00	11.65%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,398.16	192.58	5,575.00	253.50	ok
10K+685	10K+745	60.00	7.82%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,145.00	192.58	11,70.00	532.01	ok
13K+140	13K+170	30.00	1.66%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	528.00	192.58	500.00	22.74	ok
13K+170	13K+295	125.00	5.31%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	944.34	192.58	8,500.00	386.50	ok
13K+390	13K+420	30.00	2.08%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	591.03	192.58	2,500.00	113.68	ok
14K+850	14K+960	110.00	3.01%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	710.99	192.58	15,500.00	704.80	ok
17K+560	17K+640	80.00	1.04%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	417.92	192.58	4,500.00	204.62	ok
18K+040	18K+230	190.00	2.06%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	588.18	192.58	12,571.00	571.62	ok
18K+540	18K+645	105.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	280.88	192.58	5,500.00	250.09	ok
19K+070	19K+160	87.00	3.62%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	779.71	192.58	2,800.00	127.32	ok
19K+160	19K+230	65.00	0.30%	Izquierdo	Cordón cuneta	25.77	192.58	325.00	14.78	ok
19K+230	19K+270	40.00	0.30%	Izquierdo	Cordón cuneta	25.77	192.58	200.00	9.09	ok
19K+270	19K+300	30.00	0.30%	Izquierdo	Cordón cuneta	25.77	192.58	150.00	6.82	ok
19K+300	19K+383	83.00	0.60%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	317.44	192.58	5,050.00	229.63	ok
19K+383	19K+433	50.00	0.60%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	317.44	192.58	2,700.00	122.77	ok
19K+433	19K+588	155.00	0.90%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	388.78	192.58	6,500.00	295.56	ok
19K+588	19K+690	90.00	0.81%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	368.83	192.58	4,478.00	203.62	ok
20K+038	20K+210	172.00	0.50%	Izquierdo	Trapezoidal B=0.30 x H=0.35	452.74	192.58	1,020.00	46.38	ok
20K+210	20K+320	110.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	3,660.00	166.42	ok
20K+320	20K+415	95.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	2,220.00	100.95	ok
20K+415	20K+615	135.00	1.04%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	417.92	192.58	6,900.00	313.75	ok
20K+615	20K+645	30.00	1.48%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	498.55	192.58	3,600.00	163.70	ok
20K+645	20K+725	80.00	1.48%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	498.55	192.58	2,600.00	118.22	ok
20K+725	20K+725	80.00	1.48%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	498.55	192.58	1,000.00	45.47	ok
21K+736	22K+200	464.00	9.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,249.74	192.58	25,140.00	1,143.14	ok

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIADO N° 20000000-118
 FIRMA
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura



Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
22K+220	22K+300	80.00	2.00%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	579.55	192.58	2,200.00	100.04	ok
22K+800	22K+940	140.00	4.01%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	820.64	192.58	1,000.00	45.47	ok
22K+900	23K+140	240.00	8.59%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	820.64	192.58	10,500.00	477.45	ok
23K+140	23K+243	103.00	1.40%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	489.89	192.58	10,700.00	486.54	ok
23K+320	23K+520	200.00	6.83%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,071.00	192.58	5,700.00	259.18	ok
23K+520	23K+940	420.00	4.04%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	854.83	192.58	14,155.00	643.64	ok
23K+560	23K+650	90.00	4.04%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	823.70	192.58	1,150.00	52.29	ok
23K+950	24K+245	295.00	6.58%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,051.22	192.58	3,660.00	166.42	ok
24K+245	24K+380	135.00	2.87%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	694.26	192.58	6,000.00	272.83	ok
24K+380	24K+500	120.00	9.04%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,232.15	192.58	11,800.00	536.56	ok
24K+500	24K+600	80.00	4.68%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	886.55	192.58	2,400.00	109.13	ok
24K+600	24K+677	137.00	8.32%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	746.70	192.58	3,000.00	136.41	ok
24K+677	24K+822	125.00	0.68%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	337.94	192.58	5,000.00	227.35	ok
24K+822	25K+540	678.00	5.68%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	976.68	192.58	14,700.00	668.42	ok
25K+540	25K+595	75.00	2.50%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	647.96	192.58	942.00	42.83	ok
25K+595	25K+640	45.00	2.50%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	647.96	192.58	500.00	22.74	ok
25K+640	25K+720	60.00	2.06%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	588.18	192.58	1,100.00	50.02	ok
25K+720	25K+780	60.00	2.72%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	675.87	192.58	1,500.00	68.21	ok
25K+780	25K+660	180.00	5.52%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	962.83	192.58	2,300.00	104.58	ok
25K+660	25K+760	40.00	3.96%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	815.51	192.58	1,400.00	63.66	ok
25K+760	25K+900	140.00	2.09%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	592.45	192.58	4,700.00	213.71	ok
25K+900	25K+840	60.00	2.09%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	592.45	192.58	980.00	44.56	ok
25K+840	26K+020	120.00	7.15%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,095.80	192.58	5,640.00	256.46	ok
26K+020	26K+100	80.00	1.96%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	573.73	192.58	7,140.00	324.66	ok
26K+100	26K+340	240.00	7.17%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,097.33	192.58	5,450.00	247.82	ok



Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
27K+260	27K+280	20.00	1.86%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	558.90	192.58	600.00	27.28	ok
27K+280	27K+400	120.00	5.88%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	993.73	192.58	2,280.00	103.67	ok
27K+580	27K+700	120.00	1.92%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	567.85	192.58	11,455.00	520.87	ok
27K+700	27K+820	120.00	6.17%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,017.94	192.58	3,455.00	157.10	ok
27K+760	27K+820	60.00	6.17%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,017.94	192.58	4,000.00	181.88	ok
27K+820	27K+850	30.00	5.85%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	991.19	192.58	1,000.00	45.47	ok
27K+820	27K+960	140.00	5.85%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	991.19	192.58	8,840.00	401.96	ok
28K+080	28K+170	90.00	1.86%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	558.90	192.58	1,200.00	54.57	ok
28K+170	28K+320	150.00	1.60%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	518.37	192.58	8,745.00	397.64	ok
28K+350	28K+400	85.00	1.18%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	445.16	192.58	5,490.00	249.64	ok
28K+430	28K+550	125.00	3.85%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	804.10	192.58	7,800.00	354.67	ok
28K+550	28K+590	30.00	4.42+%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	861.17	192.58	600.00	27.28	ok
28K+590	28K+640	50.00	4.39%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	858.54	192.58	1,670.00	75.94	ok
28K+640	28K+740	120.00	5.29%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	942.26	192.58	12,900.00	586.58	ok
28K+740	28K+800	60.00	0.43%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	268.72	192.58	3,450.00	156.87	ok
28K+800	28K+820	30.00	0.61%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	320.07	192.58	1,000.00	45.47	ok
28K+820	28K+940	120.00	2.77%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	682.06	192.58	6,800.00	309.20	ok
29K+400	29K+520	100.00	1.61%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	519.99	192.58	1,980.00	90.03	ok
29K+500	29K+540	20.00	2.64%	derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	665.86	192.58	600.00	27.28	ok
29K+600	29K+675	65.00	0.55%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	303.92	192.58	1,600.00	72.75	ok
29K+675	29K+840	165.00	1.67%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	529.59	192.58	2,190.00	99.58	ok
30K+120	30K+240	120.00	2.13%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	598.09	192.58	3,750.00	170.52	ok
30K+360	30K+405	45.00	1.51%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	503.58	192.58	1,300.00	59.11	ok
30K+405	30K+817	412.00	1.78%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	546.75	192.58	9,549.00	434.20	ok
30K+490	30K+560	70.00	2.41%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	636.19	192.58	1,000.00	45.47	ok

Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura
EDUARDO LEWIS
INGENIERO CIVIL
LICENCIADO N° 2000-006-118



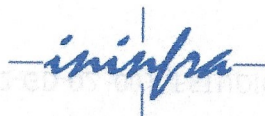
Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
30K+660	30K+760	100.00	1.13%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	435.63	192.58	1,340.00	60.93	ok
31K+220	31K+300	80.00	3.42%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	757.87	192.58	1,765.00	80.26	ok
31K+630	31K+690	60.00	0.92%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	393.07	192.58	2,125.00	96.63	ok
31K+690	31K+848	158.00	1.63%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	523.21	192.58	7,625.00	346.72	ok
32K+360	32K+640	280.00	1.31%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	469.05	192.58	9,800.00	445.62	ok
32K+450	32K+500	50.00	1.33%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	472.61	192.58	700.00	31.83	ok
32K+550	32K+620	70.00	0.54%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	301.15	192.58	1,180.00	53.66	ok
32K+760	32K+835	75.00	4.44%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	863.52	192.58	2,000.00	90.94	ok
32K+760	32K+835	75.00	4.44%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	863.52	192.58	800.00	36.38	ok
32K+835	32K+900	65.00	4.67%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	885.60	192.58	1,900.00	86.39	ok
32K+835	32K+900	65.00	4.67%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	885.60	192.58	870.00	39.56	ok
33K+070	33K+110	40.00	2.69%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	672.13	192.58	2,200.00	100.04	ok
33K+140	33K+340	200.00	2.77%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	682.06	192.58	6,600.00	300.11	ok
33K+335	33K+380	45.00	2.08%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	591.03	192.58	2,250.00	102.31	ok
33K+560	33K+600	40.00	2.97%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	706.25	192.58	800.00	36.38	ok
33K+580	33K+640	60.00	2.43%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	638.83	192.58	1,320.00	60.02	ok
33K+600	33K+660	60.00	2.43%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	638.83	192.58	900.00	40.92	ok
33K+700	34K+050	350.00	1.61%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	519.99	192.58	6,380.00	290.10	ok
33K+900	34K+050	150.00	0.83%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	373.35	192.58	3,095.00	140.73	ok
34K+050	34K+200	150.00	0.41%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	262.40	192.58	2,800.00	127.32	ok
34K+560	34K+657	97.00	1.40%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	484.89	192.58	2,290.00	104.13	ok
34K+657	34K+771	114.00	2.25%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	614.71	192.58	5,150.00	234.18	ok
34K+657	34K+771	114.00	2.25%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	614.71	192.58	1,750.00	79.57	ok
34K+771	34K+830	59.00	1.88%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	561.90	192.58	4,880.00	221.90	ok
34K+771	34K+850	79.00	1.88%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	561.90	192.58	3,150.00	143.23	ok

EDWIN E. LEWIS
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
34K+892	35K+100	208.00	0.73%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	350.14	192.58	7,500.00	341.03	ok
35K+231	35K+335	104.00	0.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	3,900.00	177.34	ok
35K+415	35K+475	60.00	1.51%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	503.58	192.58	3,200.00	145.51	ok
35K+475	35K+583	108.00	0.92%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	393.07	192.58	4,800.00	218.26	ok
35K+583	35K+550	50.00	0.30%	Derecho	Cordón cuneta	30.50	192.58	225.00	10.23	ok
35K+550	35K+828	245.00	2.54%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	653.13	192.58	8,350.00	379.68	ok
35K+828	35K+725	125.00	2.54%	Derecho	Cordón cuneta	88.76	192.58	420.00	19.10	ok
35K+725	35K+828	103.00	2.54%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	653.13	192.58	1,013.00	46.06	ok
35K+828	36K+080	170.00	3.53%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.31	769.96	192.58	5,997.00	272.69	ok
36K+080	36K+140	62.00	7.46%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,119.31	192.58	3,165.00	143.92	ok
36K+140	36K+400	258.00	8.20%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,173.51	192.58	9,150.00	416.06	ok
36K+400	36K+400	40.00	7.56%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,226.78	192.58	5,600.00	254.64	ok
36K+400	36K+500	110.00	4.89%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	906.22	192.58	3,300.00	150.05	ok
36K+500	36K+700	130.00	3.14%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	726.18	192.58	2,500.00	113.68	ok
36K+700	36K+880	120.00	4.46%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	865.46	192.58	1,500.00	68.21	ok
36K+880	36K+820	80.00	5.37%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	949.66	192.58	4,200.00	190.98	ok
36K+820	36K+940	120.00	2.28%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	192.58	5,850.00	266.01	ok
36K+940	36K+880	60.00	2.56%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	655.69	192.58	1,200.00	54.57	ok
36K+880	37K+160	280.00	4.60%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	878.94	192.58	7,040.00	320.12	ok
36K+940	37K+040	100.00	5.90%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	995.42	192.58	8,100.00	368.31	ok
37K+120	37K+200	80.00	6.50%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	4,044.81	192.58	2,630.00	119.59	ok
37K+160	37K+240	80.00	1.50%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	501.91	192.58	8,200.00	372.86	ok
37K+200	37K+300	100.00	0.86%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	380.04	192.58	4,855.00	220.76	ok
37K+240	37K+300	60.00	0.86%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	381.04	192.58	8,240.00	374.68	ok
37K+300	37K+430	130.00	0.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	275.91	192.58	1,200.00	54.57	ok



Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
37K+305	37K+360	55.00	0.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	274.91	192.58	4,200.00	190.98	ok
37K+360	37K+430	70.00	0.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	274.91	192.58	2,900.00	131.87	ok
37K+430	37K+480	50.00	0.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	276.91	192.58	1,450.00	65.93	ok
37K+430	37K+563	133.00	0.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	277.91	192.58	1,780.00	80.94	ok
37K+480	37K+510	30.00	0.50%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	289.78	192.58	3,200.00	145.51	ok
37K+563	37K+630	67.00	0.31%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	242.45	192.58	4,700.00	213.71	ok
37K+600	37K+660	60.00	4.96%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	912.68	192.58	1,950.00	88.67	ok
37K+630	37K+780	150.00	3.65%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	782.94	192.58	4,000.00	181.88	ok
37K+660	37K+740	80.00	3.65%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	782.94	192.58	800.00	36.38	ok
37K+740	37K+782	42.00	2.34%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	626.88	192.58	700.00	31.83	ok
37K+780	37K+950	170.00	2.55%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	654.41	192.58	9,500.00	431.97	ok
37K+785	37K+840	55.00	2.81%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	686.96	192.58	1,100.00	50.02	ok
37K+840	37K+893	53.00	3.11%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	722.70	192.58	4,500.00	204.62	ok
38K+020	38K+193	173.00	3.66%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	780.01	192.58	3,300.00	150.05	ok
38K+193	38K+300	107.00	4.00%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	819.61	192.58	3,420.00	155.51	ok
38K+193	38K+380	87.00	2.68%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	670.88	192.58	9,860.00	448.34	ok
38K+300	38K+360	60.00	1.48%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	498.55	192.58	1,675.00	76.16	ok
38K+360	38K+450	90.00	1.48%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	498.55	192.58	2,100.00	95.49	ok
38K+380	38K+425	35.00	1.48%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	499.55	192.58	1,200.00	54.57	ok
38K+420	38K+540	120.00	1.23%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	454.50	192.58	7,600.00	345.58	ok
38K+450	38K+610	160.00	0.80%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	366.54	192.58	1,600.00	72.75	ok
38K+540	38K+610	70.00	0.59%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	314.78	192.58	6,700.00	304.66	ok
38K+610	38K+700	90.00	0.42%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	265.59	192.58	3,900.00	177.34	ok
38K+610	38K+680	70.00	0.42%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	265.59	192.58	940.00	42.74	ok
38K+680	38K+850	170.00	0.84%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	375.59	192.58	1,450.00	65.93	ok



Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
38K+700	38K+845	145.00	0.95%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	339.43	192.58	7,100.00	322.84	ok
38K+900	39K+050	150.00	0.93%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	395.20	192.58	5,700.00	259.18	ok
38K+900	38K+950	50.00	0.93%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	396.20	192.58	500.00	22.74	ok
38K+940	39K+010	70.00	0.93%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	395.20	192.58	2,200.00	100.04	ok
39K+020	39K+050	30.00	0.93%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	397.20	192.58	1,170.00	53.20	ok
39K+050	39K+080	30.00	0.93%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	397.20	192.58	290.00	13.19	ok
39K+050	39K+120	70.00	0.54%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	301.15	192.58	1,500.00	68.21	ok
39K+080	39K+120	110.00	0.54%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	301.15	192.58	1,600.00	72.75	ok
39K+460	39K+600	140.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	4,560.00	207.35	ok
39K+470	39K+600	130.00	1.00%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	1,200.00	54.57	ok
39K+600	39K+680	80.00	1.60%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	518.34	192.58	1,700.00	77.30	ok
39K+600	39K+682	82.00	2.00%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	579.55	192.58	1,640.00	74.57	ok
39K+682	39K+740	58.00	2.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	579.55	192.58	3,590.00	163.24	ok
39K+682	39K+800	118.00	2.00%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	579.55	192.58	2,880.00	130.96	ok
39K+740	39K+820	80.00	0.96%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	401.53	192.58	2,900.00	131.87	ok
39K+800	39K+840	40.00	0.66%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	332.93	192.58	400.00	18.19	ok
39K+850	39K+970	120.00	0.66%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	333.93	192.58	3,800.00	172.79	ok
39K+880	39K+970	90.00	0.66%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	334.93	192.58	800.00	36.38	ok
39K+970	40K+040	70.00	0.43%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	268.73	192.58	2,400.00	109.13	ok
40K+120	40K+140	20.00	2.33%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	625.44	192.58	4,800.00	218.26	ok
40K+120	40K+200	75.00	2.33%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	625.54	192.58	2,230.00	101.40	ok
40K+140	40K+244	104.00	2.33%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	625.54	192.58	1,150.00	52.29	ok
40K+200	40K+245	45.00	2.02%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	582.45	192.58	900.00	40.92	ok
40K+300	40K+405	105.00	2.58%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	658.25	192.58	3,490.00	158.69	ok
40K+300	40K+360	60.00	2.58%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	658.25	192.58	2,540.00	115.50	ok



Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
40K+360	40K+405	45.00	2.58%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	659.25	192.58	700.00	31.83	ok
40K+405	40K+480	75.00	0.74%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	352.53	192.58	3,000.00	136.41	ok
40K+405	40K+500	95.00	0.74%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	352.53	192.58	2,340.00	106.40	ok
40K+540	40K+600	60.00	0.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	1,500.00	68.21	ok
40K+540	40K+640	100.00	0.91%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	390.93	192.58	3,530.00	160.51	ok
40K+600	40K+700	100.00	0.91%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	390.93	192.58	3,820.00	173.70	ok
40K+640	40K+770	130.00	1.18%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	445.16	192.58	2,900.00	131.87	ok
40K+700	40K+840	100.00	1.18%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	446.16	192.58	700.00	31.83	ok
40K+800	40K+835	35.00	0.43%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	268.73	192.58	690.00	31.37	ok
40K+860	41K+030	170.00	0.43%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	268.73	192.58	2,800.00	127.32	ok
40K+920	41K+030	80.00	0.43%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	269.73	192.58	1,800.00	81.85	ok
41K+030	41K+200	170.00	0.37%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	249.28	192.58	3,700.00	168.24	ok
41K+155	41K+230	75.00	0.37%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	249.28	192.58	2,650.00	120.50	ok
41K+180	41K+200	20.00	0.34%	Derecho	Cordón cuneta	32.47	192.58	540.00	24.55	ok
41K+270	41K+360	90.00	0.33%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	235.42	192.58	1,560.00	70.93	ok
41K+300	41K+700	400.00	2.60%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	660.79	192.58	6,800.00	309.20	ok
41K+360	41K+460	100.00	0.33%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	235.42	192.58	2,400.00	109.13	ok
41K+460	41K+510	50.00	0.33%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	235.42	192.58	3,200.00	145.51	ok
41K+510	41K+675	165.00	2.60%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	660.79	192.58	5,700.00	259.18	ok
41K+675	41K+810	135.00	0.50%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	289.78	192.58	5,000.00	227.35	ok
41K+700	41K+760	60.00	0.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	3,700.00	168.24	ok
41K+760	41K+842	82.00	0.50%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	290.78	192.58	6,200.00	281.92	ok
42K+440	42K+520	80.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	1,485.00	67.52	ok
42K+526	42K+537	11.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	400.00	18.19	ok
42K+575	42K+610	35.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	1,122.00	51.02	ok

EDWIN E. LEWIS Q.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA N° 2000-006-118
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
43K+040	43K+235	195.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	226.46	192.58	3,700.00	168.24	ok
43K+300	43K+425	125.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	4,320.00	196.43	ok
43K+635	43K+830	195.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	227.46	192.58	4,800.00	218.26	ok
44K+385	44K+555	170.00	0.63%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	325.37	192.58	3,300.00	150.05	ok
44K+450	44K+520	70.00	0.97%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	403.61	192.58	2,185.00	99.35	ok
44K+520	44K+570	50.00	1.73%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	523.21	192.58	2,190.00	99.58	ok
45K+050	45K+180	30.00	1.37%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	479.67	192.58	1,195.00	54.34	ok
45K+080	45K+135	55.00	1.37%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	479.63	192.58	800.00	36.38	ok
45K+135	45K+250	115.00	0.83%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	373.35	192.58	2,380.00	108.22	ok
45K+135	45K+160	25.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	4,171.00	189.66	ok
45K+160	45K+270	110.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	4,100.00	186.43	ok
45K+250	45K+340	90.00	1.74%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	540.57	192.58	1,200.00	54.57	ok
45K+270	45K+308	38.00	2.28%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	192.58	1,550.00	70.48	ok
45K+307	45K+330	23.00	2.28%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	192.58	1,000.00	45.47	ok
45K+390	45K+455	65.00	2.65%	Izquierdo	Cordón cuneta	90.66	192.58	380.00	17.28	ok
45K+390	45K+455	65.00	2.65%	Derecho	Cordón cuneta	90.66	192.58	380.00	17.28	ok
45K+460	45K+520	60.00	2.65%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	667.12	192.58	1,580.00	71.84	ok
45K+460	45K+540	80.00	2.65%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	667.12	192.58	9,250.00	420.61	ok
45K+840	45K+935	93.00	1.95%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	572.96	192.58	2,040.00	92.76	ok
46K+100	46K+200	100.00	0.90%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	388.78	192.58	8,500.00	386.50	ok
46K+200	46K+280	80.00	3.70%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	788.28	192.58	800.00	36.38	ok
46K+280	46K+500	220.00	1.22%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	425.65	192.58	5,900.00	268.28	ok
46K+720	46K+810	90.00	1.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	494.47	192.58	1,120.00	50.93	ok
46K+740	46K+825	85.00	1.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	493.47	192.58	1,940.00	88.21	ok
46K+860	46K+885	25.00	1.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	495.47	192.58	500.00	22.74	ok

inifra



EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	Caudal	Caudal	Caudal	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m ²	l/s	
47K+080	47K+125	45.00	1.19%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	447.05	192.58	800.00	36.38	ok
47K+125	47K+340	215.00	1.61%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	519.99	192.58	2,250.00	102.31	ok
47K+340	47K+370	30.00	1.71%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	535.89	192.58	3,230.00	146.87	ok
47K+460	47K+525	65.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	1,000.00	45.47	ok
48K+000	48K+170	170.00	3.39%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	754.54	192.58	3,370.00	153.24	ok
48K+170	48K+240	70.00	0.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	1,900.00	86.39	ok
48K+360	48K+425	65.00	3.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	761.18	192.58	1,600.00	72.75	ok
48K+475	48K+555	80.00	3.10%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	721.54	192.58	1,200.00	54.57	ok
48K+555	48K+570	15.00	3.92%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	811.38	192.58	300.00	13.64	ok
48K+566	48K+710	144.00	3.53%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	769.96	192.58	1,350.00	61.39	ok
48K+570	48K+595	25.00	3.92%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	811.38	192.58	370.00	16.82	ok
48K+575	48K+603	28.00	3.92%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	811.38	192.58	700.00	31.83	ok
48K+600	48K+660	60.00	3.95%	Derecho	Cordón cuneta	110.69	192.58	600.00	27.28	ok
48K+710	48K+723	13.00	3.53%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	769.96	192.58	1,295.00	58.88	ok
49K+000	49K+115	115.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	3,800.00	172.79	ok
50K+330	50K+380	50.00	1.96%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	573.73	192.58	2,000.00	90.94	ok
50K+330	50K+380	50.00	1.96%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	574.73	192.58	2,500.00	113.68	ok
50K+610	50K+632	22.00	7.13%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	460.00	20.92	ok
50K+632	50K+644	12.00	7.13%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	380.00	17.28	ok
50K+632	50K+675	43.00	7.13%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	800.00	36.38	ok
50K+675	50K+690	15.00	7.13%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	700.00	31.83	ok
50K+710	50K+750	40.00	1.50%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	501.91	192.58	1,100.00	50.02	ok
50K+750	50K+785	35.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	1,000.00	45.47	ok
50K+835	50K+855	20.00	7.03%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,086.57	192.58	1,200.00	54.57	ok



Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	I	Área Aportación	Caudal Aportación	¿Cumple?
		m	%			l/s	mm/h	m2	l/s	
43K+040	43K+235	195.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	226.46	192.58	3,700.00	168.24	ok
43K+300	43K+425	125.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	4,320.00	196.43	ok
43K+635	43K+830	195.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	227.46	192.58	4,800.00	218.26	ok
44K+385	44K+555	170.00	0.63%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	325.37	192.58	3,300.00	150.05	ok
44K+450	44K+520	70.00	0.97%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	403.61	192.58	2,185.00	99.35	ok
44K+520	44K+570	50.00	1.73%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	523.21	192.58	2,190.00	99.58	ok
45K+050	45K+180	30.00	1.37%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	479.67	192.58	1,195.00	54.34	ok
45K+080	45K+135	55.00	1.37%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	479.63	192.58	800.00	36.38	ok
45K+135	45K+250	115.00	0.83%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	373.35	192.58	2,380.00	108.22	ok
45K+135	45K+160	25.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	4,171.00	189.66	ok
45K+160	45K+270	110.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	4,100.00	186.43	ok
45K+250	45K+340	90.00	1.74%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	540.57	192.58	1,200.00	54.57	ok
45K+270	45K+308	38.00	2.28%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	192.58	1,550.00	70.48	ok
45K+307	45K+330	23.00	2.28%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	618.80	192.58	1,000.00	45.47	ok
45K+390	45K+455	65.00	2.65%	Izquierdo	Cordón cuneta	90.66	192.58	380.00	17.28	ok
45K+390	45K+455	65.00	2.65%	Derecho	Cordón cuneta	90.66	192.58	380.00	17.28	ok
45K+460	45K+520	60.00	2.65%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	667.12	192.58	1,580.00	71.84	ok
45K+460	45K+540	80.00	2.65%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	667.12	192.58	9,250.00	420.61	ok
45K+840	45K+935	93.00	1.95%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	572.96	192.58	2,040.00	92.76	ok
46K+100	46K+200	100.00	0.90%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	388.78	192.58	8,500.00	386.50	ok
46K+200	46K+280	80.00	3.70%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	788.28	192.58	800.00	36.38	ok
46K+280	46K+500	220.00	1.22%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	425.65	192.58	5,900.00	268.28	ok
46K+720	46K+810	90.00	1.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	494.47	192.58	1,120.00	50.93	ok
46K+740	46K+825	85.00	1.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	493.47	192.58	1,940.00	88.21	ok
46K+860	46K+885	25.00	1.45%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	495.47	192.58	500.00	22.74	ok

ME-TR2-GD-02_001_ESTUDIO HIDROLÓGICO

0088




EDWIN E. LEWIS Q.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 2000-006-118

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959 del
Junta Técnica De Ingeniería Y Arquitectura

Esta. Inicio	Esta. Fin	Longitud	Pte. Longitudinal	Margen de la Vía	Tipología	Caudal Máximo	mm/h	m2	l/s	¿Cumple?
		m	%							
47K+080	47K+125	45.00	1.19%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	447.05	192.58	800.00	36.38	ok
47K+125	47K+340	215.00	1.61%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	519.99	192.58	2,250.00	102.31	ok
47K+340	47K+370	30.00	1.71%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	535.89	192.58	3,230.00	146.87	ok
47K+460	47K+525	65.00	1.00%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	409.81	192.58	1,000.00	45.47	ok
48K+000	48K+170	170.00	3.39%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	754.54	192.58	3,370.00	153.24	ok
48K+170	48K+240	70.00	0.30%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	1,900.00	86.39	ok
48K+360	48K+425	65.00	3.45%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	761.18	192.58	1,600.00	72.75	ok
48K+475	48K+555	80.00	3.10%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	721.54	192.58	1,200.00	54.57	ok
48K+555	48K+570	15.00	3.92%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	811.38	192.58	300.00	13.64	ok
48K+566	48K+710	144.00	3.53%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	769.96	192.58	1,350.00	61.39	ok
48K+570	48K+595	25.00	3.92%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	811.38	192.58	370.00	16.82	ok
48K+575	48K+603	28.00	3.92%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	811.38	192.58	700.00	31.83	ok
48K+600	48K+660	60.00	3.95%	Derecho	Cordón cuneta	110.69	192.58	600.00	27.28	ok
48K+710	48K+723	13.00	3.53%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	769.96	192.58	1,295.00	58.88	ok
49K+000	49K+115	115.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.46	192.58	3,800.00	172.79	ok
50K+330	50K+380	50.00	1.96%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	573.73	192.58	2,000.00	90.94	ok
50K+330	50K+380	50.00	1.96%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	574.73	192.58	2,500.00	113.68	ok
50K+610	50K+632	22.00	7.13%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	460.00	20.92	ok
50K+632	50K+644	12.00	7.13%	Derecho	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	380.00	17.28	ok
50K+632	50K+675	43.00	7.13%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	800.00	36.38	ok
50K+675	50K+690	15.00	7.13%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,094.27	192.58	700.00	31.83	ok
50K+710	50K+750	40.00	1.50%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	501.91	192.58	1,100.00	50.02	ok
50K+750	50K+785	35.00	0.30%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	224.60	192.58	1,000.00	45.47	ok
50K+835	50K+855	20.00	7.03%	Izquierdo	Trapezoidal 0.30 x 0.30	1,086.57	192.58	1,200.00	54.57	ok