ANEXO 1

JUSTIFICACION Y ALCANCE DE LAS PRINCIPALES MODIFICACIONES PROPUESTAS

CONVENIO MODIFICATORIO Nº 1

08
OC40

OBRA: PAVIMENTACIÓN TIPO EMPEDRADO Y ASFALTO EN LOS DEPARTAMENTOS DE CORDILLERA, SAN PEDRO Y GUAIRA
LOTE 4: SAN FRANCISCO - CALLE 6.000 BERTONI - RUTA Nº 10 (11,589 Km)

JUSTIFICACION Y ALCANCE DE LAS PRINCIPALES MODIFICACIONES PROPUESTAS.

Las modificaciones a ser implementadas a través del Convenio Modificatorio Nº 1, se basan en una revisión del Proyecto a ser ejecutado, así como un análisis de las condiciones existentes encontradas en zona de Obra y las necesidades emergentes de las mismas.

Parte del tramo San Francisco – Calle 6.000 Bertoni – Ruta 10, en adelante denominado el Proyecto, comprendido entre las Prog. 4+650 a la Prog. 11+589, constituye un corredor vial que permite a los vehículo comunicar directamente desde la Ruta PY08 (Ex Ruta 3), en el acceso a Guayaibí, con la Ruta PY22 (Ex Ruta 10) y con Puerto Rosario, ubicado sobre el Río Paraguay, disminuyendo considerablemente la distancia de transporte.

Por tal motivo se considera necesario que, en este tramo, el Proyecto tenga los mismos niveles de servicio que el comprendido entre la Ruta PY 08 y su intersección con el actual proyecto en la Prog. 4+617, ancho de calzada de 7,00 m y Banquinas pavimentadas de 1,50 m de ancho, sobre una Base de Macadam de 0,10 m de espesor.

A fin de alcanzar este objetivo y disponer de los recursos necesarios para ello, dentro de los márgenes de incrementos de costos permitidos por las normas legales vigentes, se realizaron varias modificaciones y ajustes de las cantidades establecidas contractualmente para algunos ítems de trabajo, a fin de adecuarlas a las condiciones reales existentes. Además han sido incorporadas obras no previstas inicialmente en el contrato pero que son necesarias a fin de asegurar la calidad, funcionalidad y la correcta terminación de la Obra, como así también mejorar el nivel de servicio del Proyecto para lo cual es necesario la incorporación de ítems nuevos.

Como resultado de la verificación realizada se detallan los siguientes ajustes, modificaciones e ítems nuevos:

- Ítem 4 - "Excavación de Bolsones": Aumenta como consecuencia de la aparición de suelos muy inestables en la zona de corte, entre las Prog. 2+700 a la 3+440 y entre las Prog. 6+000 a la 7+000.
- Ítem 6 – "Terraplén": Se ajustaron a las necesidades de la topografía y de las reposiciones de bolsones necesarias.
- Ítem 8 – "Traslado de Columnas Eléctricas": Aumentó la cantidad de traslados necesario para implantar la obra.
- Ítem 10- "Pavimento Tipo Empedrado": Este pavimento estaba previsto inicialmente entre las Prog 0+00 a Prog. 4+6500, tramo conocido como Calle San Francisco y fue reemplazado por un Pavimento de Macadam Hidráulico con Regularización asfáltica (Ver ítems Nuevos)
- Ítem 11 – "Carpeta de Concreto Asfáltico (e=5cm)": Para éste ítem se ha considerado el siguiente procedimiento constructivo adoptado: Se ha considerado conveniente ejecutar la calzada en dos capas: primero una Regularización con Concreto Asfáltico de 50 Kg/m2 (equivalente a 2 cm) en todo lo ancho de la plataforma, incluida la banquina, sobre una capa de Riego de Liga sobre la Base del Macadam, y posteriormente, en el ancho de la calzada, previa colocación de otra capa de Riego de Liga, la colocación de una carpeta de Concreto Asfáltico de 3 cm a fin de completar lo requerido.
- Ítem 12 – "Riego de Liga (0,5 litros / m2)": Aumenta por las mismas razones que disminuye la Carpeta de C°A°, por el proceso constructivo descripto.

09 nueve

- Ítem 13 – "Imprimación con MC 30 (1,2 litros / m2)": Por las mismas razones que la Carpeta de C°A°, aumenta al ser incluida la Doble Avenida existente entre las Prog. 8+460 a 8+840, no previstas en las cantidades contractuales.
- Ítems 14 y 15 – "Base de Macadam Hidráulico (10 cm)" y "Sub-base de Macadam Hidráulico (15 cm)": Disminuyen, a fin de disponer de los recursos necesarios para completar las necesidades de la Obra.
- Ítems 18-"ATH°A° 1 Ø 0,80": Aumenta ante la necesidad de disponer de alcantarillas laterales.
- Ítems 19-"ACH°A° 1x1,0 m x1,0 m": Se reemplaza por una "ACH°A° 1x1,0 m x1,0 m", pero sin cabecera (Ver Ítem Nuevo).
- Ítems 20-"ACH°A° 3x1,0 m x1,0 m": Aumenta su longitud por necesidad de la obra.
- Ítems 21-"ACH°A° 1x1,5 m x1,5 m": Disminuye pues una de ellas se reemplaza por una "ACH°A° 1x1,5 m x1,5 m", pero sin cabecera (Ver Ítem Nuevo).
- Ítems 22-"ACH°A° 2x1,5 m x1,5 m": Aumenta por la necesidad de la Obra.
- Ítems 23-"ACH°A° 2x3,0 m x3,0 m": Se reemplaza por "Ampliación de ACH°A° 2x2,5m x 2,5m. (Ver ítem Nuevo)
- Ítems 24-"ACH°A° 3x3,0 m x3,0 m": Se reemplaza por "Ampliación de ACH°A° 2x2,5m x 2,5m. (Ver ítem Nuevo e Informe de Hidrología – Hidráulica – Anexo 3)
- Ítems 25-"Cunetas Revestidas de Hormigón (fck=18MPa)": Disminuye ajustando a las necesidades de la Obra
- Ítems 27-"Cordón Cuneta de Hormigón (fck=25MPa)": Aumenta por la inclusión de la Doble Avenida existente entre las Prog. 8+460 a 8+840, no previstas en las cantidades contractuales.
- Ítems 28-"Dren de banquina (cada 30 m)": Aumenta con la inclusión del Macadam entre las Prog. 0+000 y la Prog. 4+650.
- Ítems 32-"Cobertura de Césped": Aumenta por las necesidades propias de la Obra.
- Ítems 34-"Cordón de Hormigón (fck=21Mpa)": Disminuye al reemplazas el Pavimento Tipo Empedrado.
- Ítems 37-"Instalaciones y servicios especializados": Aumenta, al aumentar el Plazo de la Obra.

ITEMS NUEVOS

A. REGULARIZACIÓN SOBRE EL MACADAM TRAMO 4+650 A 11+589

- Ítems 39-"Regularización de Concreto Asfáltico 50 Kg/m2": Se coloca en calzadas obre el macadam y sobre esta la carpeta de C°A°. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos así como las Especificaciones Técnicas)

B. MACADAM HIDRAULICO CON REGULARIZACIÓN ASFALTICA EN EL SUB-TRAMO ENTRE LA PROG. 0+000 A LA PROG. 4+650

- Ítems 14.1-"Base de Macadam Hidráulico (15 cm)": En sustitución del Pavimento Tipo Empedrado. (Los Precios Unitarios y las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 12.1-"Riego de Liga (0,5 litros/m2)": Consecuencia del ítem anterior. (Los Precios Unitarios y las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 13.1-"Imprimación con MC 30 (1,2 litros/m2)": Consecuencia del ítem anterior. (Los Precios Unitarios y las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 39-"Regularización de Concreto Asfáltico 70 Kg/m2": Se coloca como calzada. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos así como las Especificaciones Técnicas)

10

C. BANQUINAS PAVIMENTADAS EN EL SUB-TRAMO ENTRE LA PROG. 4+650 A LA PROG. 4 11+589

- Ítems 14.2-"Base de Macadam Hidráulico (10 cm)": En sustitución de la Banquina de Ripio. (Los Precios Unitarios y las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 13.2-"Imprimación con MC 30 (1,2 litros/m2)": Consecuencia de la sustitución del Empedrado. .(Los Precios Unitarios y las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 12.2-"Riego de Liga (0,5 litros/m2)": Consecuencia del ítem anterior. (Los Precios Unitarios y las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 38.1-"Regularización de Concreto Asfáltico 50 Kg/m2": Se coloca como recubrimiento de banquina. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos así como las Especificaciones Técnicas)

C. OBRAS DE DRENAJE

- Ítems 19.1-"ACH°A° 1x1,00 x 1,00 m sin Cabeceras": Lleva un sumidero en vez de la cabecera (Lado Izquierdo) por estar en una zona urbana Prog. 10+651. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 21.1-"ACH°A° 1x1,50 x 1,50 m sin Cabeceras": Lleva un sumidero en vez de la cabecera (Lado Izquierdo) por estar en una zona urbana Prog. 10+640. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 19.2-"Hormigón Armado para Cabeceras": Cabeceras de las alcantarillas con sumidero. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 39-"Camada Drenante": Para su uso en los lugares de Napa Freática alta. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos así como las Especificaciones Técnicas)
- Ítem 40- "Badenes de Hormigón": Se incluye ante la posibilidad de su uso en Accesos y/o bocacalles. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos, las Especificaciones Técnicas y planos son existentes en los Documentos Contractuales)
- Ítems 41-"Sumidero de 1,00 m x 1,00 m con Rejilla de H°F°": (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos así como las Especificaciones Técnicas).
- Ítems 42-"Demolición Cabeceras ACD 2,50 m x 2,50 m": Ítem Nuevo para ejecutar la ampliación de la alcantarilla ubicada en la Prog 3+460. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos las Especificaciones Técnicas son Contractuales)
- Ítems 23.1-"Ampliación de ACH°A° 2x2,50 x 2,50 m Prog. 3+460": (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos las Especificaciones Técnicas son Contractuales).
- Ítems 24.2-"ACH°A° 4x2,0 x 2,0 m Prog. 6+580°": En sustitución de la alcantarilla prevista a fin de no elevar el terraplén necesario (Ver Estudios Hidrológico – Hidráulico). (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos las Especificaciones Técnicas son Contractuales).
- Ítems 18.1-"ATH°A° 1 Ø 0,60 m para Acceso a Propiedades": A fin de mejorar el acceso a propiedades. Ítem no Previsto Contractualmente pero sumamente necesario. Si bien por motivos de los límites presupuestarios solo se han incluido 60 accesos a viviendas. Señalamos que la cantidad es insuficiente pero servirá para paliar de alguna manera las necesidades de la población. (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos. Las Especificaciones Técnicas son las vigentes para alcantarillas).
- Ítems 18.2-"Cabeceras de H°C° para alcantarillas de accesos laterales": (Los Precios Unitarios de este ítem son nuevos. Las Especificaciones Técnicas son las vigentes para los Tipos de hormigón).

11 once

Estudios Hidrológicos e Hidráulicos de Verificación de Alcantarillas

TRAMO:

SAN FRANCISCO – Calle Bertoni – Ruta 10

Contratista:

CONSTRUCTORA ASUNCIÓN & ASOCIADOS

Progresivas : 3+460 y 6+570-6+560

Noviembre 2019

Alberto Grissetti Vázquez
Ing. Civil e Ing. Ambiental
MSc. in Hydraulic Engineering (IHE-DELFT).
Reg. Prof. MOPC. N°: 2224
ingenieria@grissetti.com.py

12
Doce

1. HIDROLOGÍA

En el presente capítulo se describe brevemente la metodología empleada para el cálculo de los caudales generados en la cuenca para su posterior estudio hidráulico y dimensionamiento de obras necesarias.

Para el presente informe se utilizaron dos métodos.

- Método del Hidrograma Unitario Triangular (para cuencas mayores a 200 hectáreas).
- Método Racional modificado (para cuencas menores a 200 hectáreas).

1.1. Hidrograma Unitario Triangular de la SCS.

El método fue desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service (S.C.S.), y es utilizado para el estudio de las cuencas hidrográficas con áreas mayores a 2 km^2. Representa la comparación gráfica de los gastos de escurrimiento contra el tiempo necesario para que estos se presenten.

La teoría del Hidrograma Unitario Triangular se sustenta en las siguientes propiedades:

- La precipitación efectiva se distribuye uniformemente en el tiempo o periodo de duración específica.
- La precipitación efectiva se distribuye uniformemente en toda el área de la cuenca de drenaje.

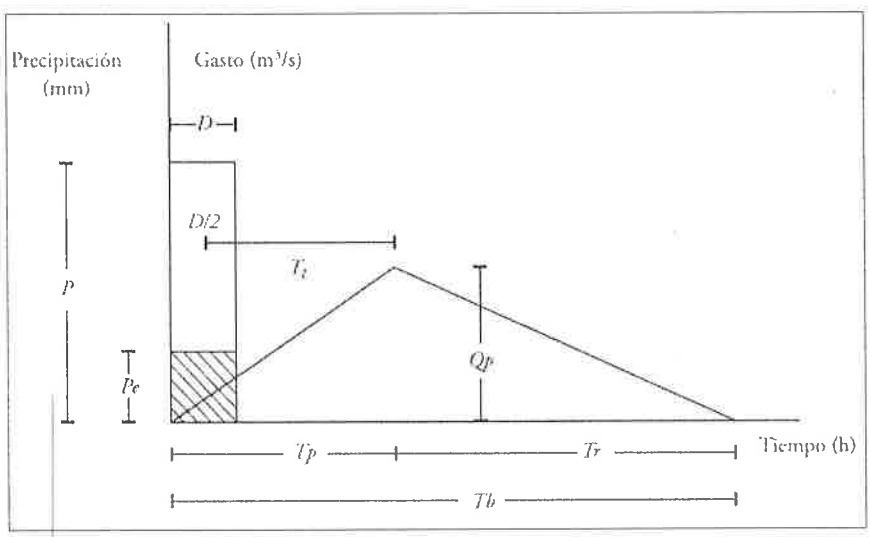


Figura 1: Esquema de cálculo del SCS HUT.

Avda. Fernando de la Mora 3335 – Asunción – Paraguay
Cel: 0981 331 717
ingenieria@grissetti.com.py

13
Trece

Procedimiento de cálculo para la determinación del caudal máximo

$$Q_P = 2.08\frac{A}{T_p}$$

- qp : caudal pico del hidrograma unitario, en m3/s/mm.
- A : área de la cuenca, en Km2.
- Tp : tiempo de ocurrencia del caudal pico, en horas.

En donde se cumple lo siguiente,

$$T_P = \frac{D}{2} + T_l$$

$$T_l = 0.6t_c \qquad Tr = \frac{5}{3}T_p = 1.67T_p \qquad D = \frac{t_C}{12} \qquad T_b = T_P + T_r$$

Siendo

- D: tiempo de duración de la precipitación efectiva, en horas.
- tc : tiempo de concentración, en horas.
- Tl : tiempo de retardo, medido desde el centro de gravedad del hietograma de precipitación efectiva hasta el pico del hidrograma de escurrimiento, en horas.
- Tr : tiempo de recesión, medido desde el pico del hidrograma hasta su finalización, en horas.
- Tp : tiempo al pico, en horas.
- Tb : tiempo base del hidrograma triangular, en horas.

Precipitación efectiva

Es la parte de la lluvia total resultante de descontar las pérdidas por escorrentía superficial, percolación profunda y evaporación de la lluvia interceptada por el follaje o que puede aprovechar la vegetación para suplir sus demandas. La lluvia neta o precipitación efectiva a partir de:

$$Pe = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \qquad CN = \frac{25400}{254 + S}$$

- P: precipitación real total, en cm. Obtenida de las curvas IDF.

Avda. Fernando de la Mora 3335 – Asunción – Paraguay
Cel: 0981 331 717
ingenieria@grissetti.com.py

14
catorce

- S: máxima retención potencial.
- CN: Número de Curva

El valor de S se deduce del número de la curva de escurrimiento (CN – Curve Number), calculado en función del manejo del cultivo, de las propiedades y condiciones hidrológicas de infiltración del suelo. El valor de CN puede variar entre 0 y 100, siendo CN = 0 cuando no hay escurrimiento (S adopta valores muy grandes o infinito), y CN = 100 (cuando el volumen del escurrimiento es igual al de la precipitación, luego S toma el valor cero).

Para áreas superiores a 25 km², se debe utilizar el factor de reducción de altura de precipitación, con el cual se obtiene un valor de precipitación total corregido (P'). Para cuencas con áreas menores, se tiene que P = P'.

$$P' = P(1 - 0.1 \times \log_{10} A)$$

Donde:

- P' = precipitación total corregida en mm.
- P = precipitación total real en mm.
- A = área de la cuenca hidrográfica en km².

Conocidas las precipitaciones efectivas para cada intervalo Δt definido, se procede al cálculo de los caudales de proyecto mediante el "álgebra de los Hidrogramas", o sea, multiplicando las precipitaciones efectivas por las ordenadas del Hidrograma unitario, reiteradas a intervalos de tiempo iguales al intervalo unitario considerado.

Los valores de las descargas del Hidrograma de proyecto, por tanto, serán dados por:

$$Qi = \Delta Pe1\text{-}0 \,.\, q1 + \Delta Pe2\text{-}1 \,.\, q2 + \Delta Pe3\text{-}2 \,.\, q3 + \ldots \Delta Pei\text{-}n.\, qi$$

El caudal de proyecto de la cuenca corresponderá al valor máximo de las combinaciones obtenidas en las descargas del Hidrograma de proyecto.

1.2. Tiempo de Retorno y Precipitación de Diseño.

Para el cálculo de caudales, se requiere introducir una intensidad de diseño una intensidad, y para determinar la misma se utilizó una curva IDF. La expresión para calcular las intensidades en cada estación, responde a la fórmula siguiente:

$$I = \frac{c\, Tr^n}{(tc + d)^m}$$

MS
Quince

En donde I es la intensidad expresada en mm/h; tc es el tiempo de concentración en minutos; Tr es el tiempo de retorno en años; c, d, m, n son coeficientes determinados empíricamente.

Para la simulación se toma los valores de intensidades mayores, y son calculados con la curva IDF de Asunción, tal como sigue.

Tabla 1: Parámetros para la Curva IDF de Asunción.

Parámetros	Asunción
c	2251.92
n	0.19036
m	0.87631
d	28

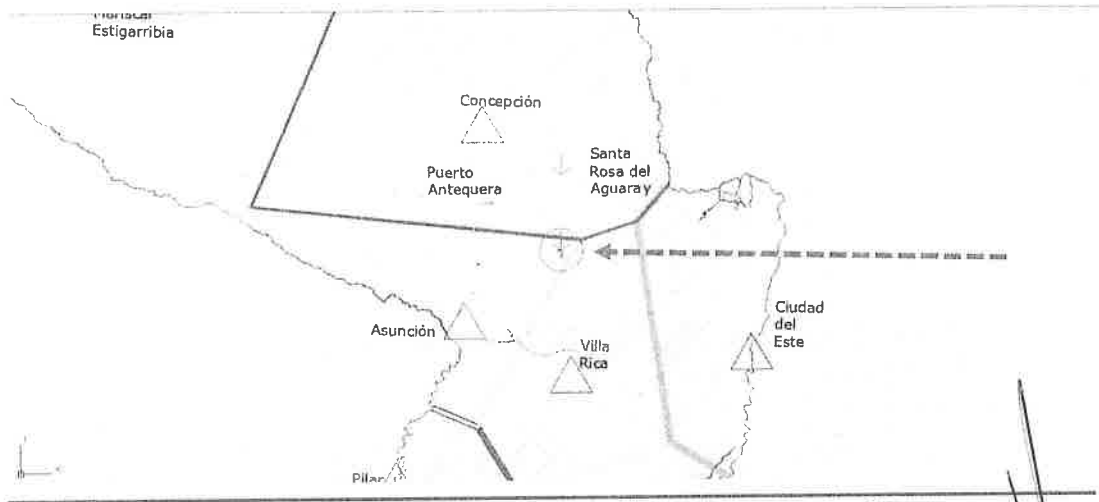
Fuente: Cuevas-Rolón (2009)

Por lo tanto, la expresión anterior se reduce a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{2251.92\ Tr^{0.19036}}{(tc + 28)^{0.87631}}$$

El tiempo de retorno de una precipitación viene relacionado con la probabilidad de un evento y el riesgo de inundación que ello puede conllevar. Para este estudio se adopta un TR 50 años para dimensionar las alcantarillas, verificándose las obras a TR 100. Y TR 100 y 150 años para puentes según está establecido en el Manual de Drenaje del MOPC.

Se utiliza la curva IDF de Asunción debido a que toda la cuenca se encuentra dentro del área de influencia de dicha estación. Se utilizó el método de los polígonos de Thiessen para determinar la curva IDF más adecuada, tal como se muestra en la siguiente figura.



16
dieciséis

Figura 2: Polígonos de Thiessen y ubicación de la cuenca.

A los efectos de elegir el tiempo de recurrencia para calcular los caudales de proyecto, se ha seguido las pautas que figuran en el Manual de Carreteras del Paraguay del MOPC. Los períodos de recurrencia – TR - adoptados fueron los siguientes el que corresponde a ''Obras de Puentes y Estructuras Afines'':

Tabla 2: TR según el Manual de Carreteras MOPC.

Tipo de obra	Tipo de Ruta	Período de Retorno (años)		Vida útil Supuesta (n: años)	Riesgo de Falla (%)	
		Diseño[4]	Verificación[5]		Diseño	Verificación
Estructuras Especiales [1]	RVP	200	300	50	22	15
Puentes[2]	α	200	300	50	22	15
	β	100	150	50	40	28
Alcantarillas (S>1,75 m²) o H_{terrap} ≥ 10 m y Estructuras Enterradas[3]	α	100	150	50	40	28
	β	50	100	30	45	26
Alcantarillas (S<1,75 m²)	α	50	100	50	64	40
	β	25	50	30	71	45
Defensas de Riberas	α	100	-	20	18	-
	β	100	-	20	18	-

Tabla 1: Períodos de retorno para diseño

S = Sección útil de la alcantarilla

RVP = Red Vial Primaria

α = Autopistas y Multicarriles

β = Caminos y Carreteras primarias.

[1] Estructuras especiales

[2] En el caso de Puentes, el cálculo de caudales en crecida está destinado a calcular la socavación en las fundaciones de las pilas. Iguales períodos de retorno se emplearán para el cálculo de socavaciones en puentes.

[3] Las Alcantarillas de drenaje construidas bajo terraplenes de altura mayores o iguales a 10 m deben diseñarse para estos Periodos de Retorno, cualquiera que sea su sección. En esta misma categoría se clasificarán las estructuras proyectadas bajo el nivel del terreno natural circundante, destinadas al cruce desnivelado de dos vías.

[4] Para la etapa de diseño de puentes y defensas de ribera, la revancha mínima asociada a la cota de aguas máximas para el período de retorno de diseño debe ser de 1,0 m.

[5] Para la verificación hidráulica de Puentes se considerará que la revancha asociada a la cota de aguas máximas para el período de retorno de verificación puede reducirse a 0,30 m.

Para calcular el tiempo de concentración se utilizó la ecuación de Retardo SCS : originada en áreas rurales. Basada en la relación Tc = 1.67 Tlag. SCS recomienda su uso en áreas < 800 ha.

$$tc = \frac{0.00227 x L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$$

17
diecisiete

1.3. Cálculo de la Infiltración

El cálculo de la infiltración es necesario para determinar la precipitación efectiva, es decir, la precipitación causante de escorrentía superficial. Uno de los métodos más utilizados, y que se aplica en este estudio, es el Método de Abstracciones o Número de Curva del SCS, debido a la cantidad de información empírica que se ha generado para el mismo.

El Método del Número de Curva (CN) fue desarrollado por el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos. El método consiste en asignar un CN promedio para toda una subcuenca, en función de su tipo y uso de suelo.

Con respecto al tipo de suelo, en el marco del PRUT (Programa de Racionalización y Uso de la Tierra) se desarrollaron mapas de orden y taxonomía de suelos, indicando los grupos hidrológicos de la Región Oriental, representando la capacidad de drenaje e infiltración. Los principales tipos se detallan a continuación.

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento y limos agregados.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento y marga arenosa.
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Cada uso de suelo, posee un valor diferente de CN, dependiendo del tipo de suelo. Los valores utilizados en este estudio son mostrados a continuación.

Tabla 3: Valores de CN.

Uso de Suelo	A	B	C	D
Zona Boscosa	45	65	67	70
Cultivos	60	66	72	75
Pastizales	49	55	71	73
Campos bajos inundables	30	58	71	78
Áreas urbanas y zonas impermeables	66	75	84	87

Estos valores han sido estimados a partir de los valores presentados en el libro de Hidrología Aplicada (Ven te Chow, 1994).

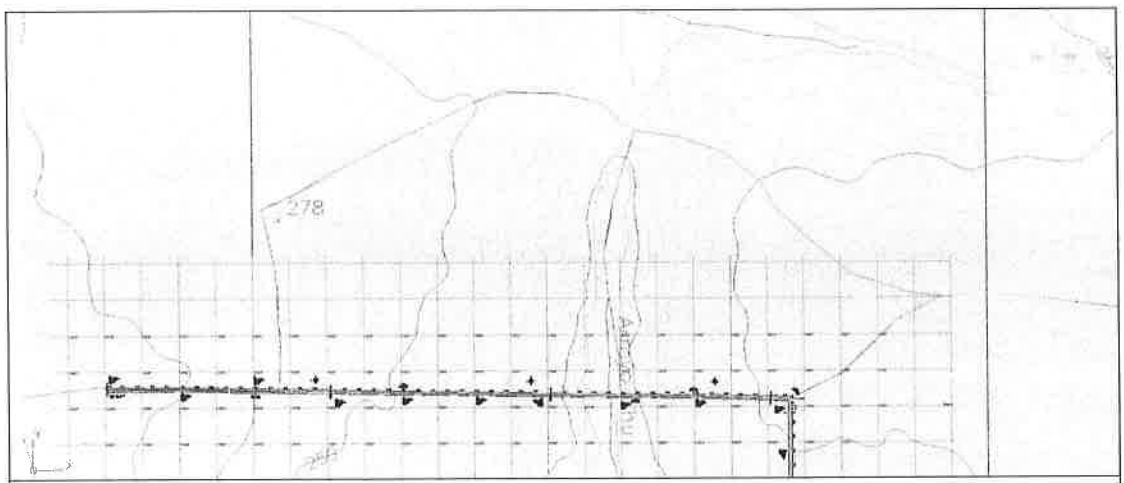
18
dieciocho

Habiendo realizado un cruzamiento digital del uso de suelo y del tipo de suelo y considerando los porcentajes de cada clase en cada tipo, se ha realizado una ponderación de los valores de CN, determinando valores representativos para cada sub-cuenca igual a CN = 65.

PROG. 3+460 – Ubicación de Alcantarilla existente 2 CEL de 2.5 x 2.5 metros a ampliarse el conducto

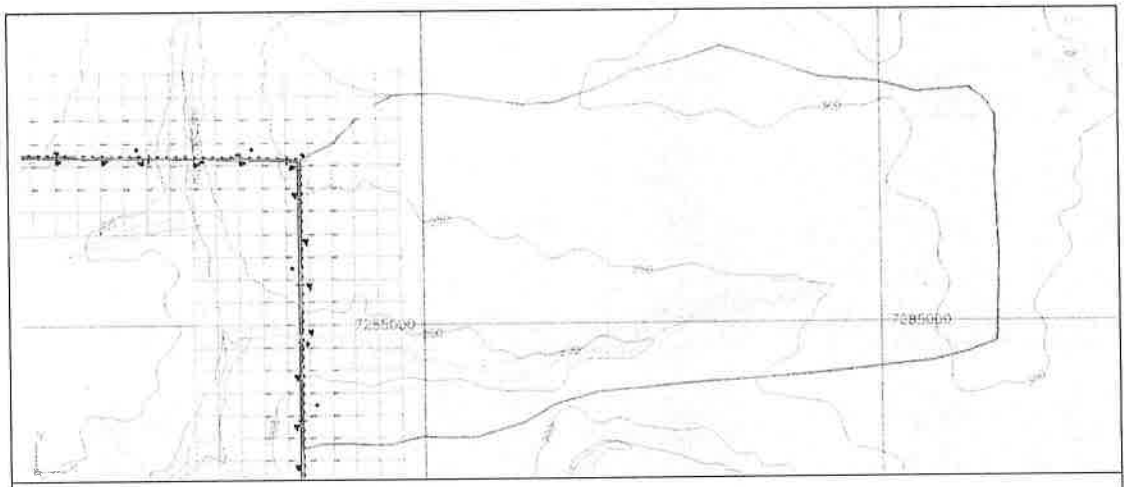
19
diecinueve

PROG. 6+560 – Alcantarilla prevista construir = 2 CEL. 1.5x1.5 metros
PROG. 6+570– Alcantarilla sugerida para construir – re-proyectada - 4 CEL 2.0x2.0 metros



CUENCAS PARA LA PROG. 3+460

20
veinte



CUENCA PARA LA PROG. 6+570-6+560

CAUDAL CALCULADO PARA LA UBICACION DE ALCANTARILLAS DE LA PROG. 3+460

	CAUDALES CALCULADOS	
	Q50 m3/s	Q100 m3/s
3+460-(A)	18.4	23.6
3+460-(B)	12.3	16.0
3+460-(A+B)	30.7	39.6

21
veintiuno

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 18.4 m3/s

Tramo: CALLE 6000-BERTONI - 3+460-A | Prog: | Arroyo: Afluente A° YHU

Características de la Cuenca

Área (A):	427	ha
Área (A):	4.2722	km²
Longitud (L):	3026	m
Pendiente (i):	2.91	%
CSC Curve Number:	65	
Almacenam. (S):	136.8	mm
Abstracc. Inic. (Ia):	27.4	mm

Tiempo de Concentración (DNOS), IDF, TR

Tiempo de concentración (SCS)

Tc:	178.0	min
Tc:	2.97	hs
Δt:	14.8	min
tp:	106.8	min
Tp:	114.2	min
qp:	4.67	m³/s/cm

TR: 50 años

IDF: Asunción

c:	2251.92
n:	0.19036
d:	28.00
m:	0.87631

$$I = \frac{cTr^n}{(tc+d)^m}$$

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Cálculo de la Precipitación Efectiva

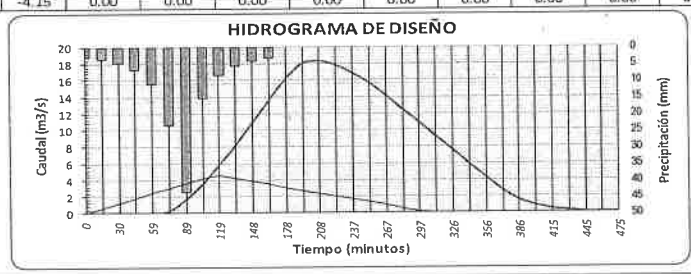
Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
14.8	2.81	2.81	136.77	2.81	0.00	0.00	0.00	0.00
29.7	3.52	6.34	136.77	6.34	0.00	0.00	0.00	0.00
44.5	4.66	10.99	136.77	10.99	0.00	0.00	0.00	0.00
59.3	6.67	17.66	136.77	17.66	0.00	0.00	0.00	0.00
74.2	10.93	28.59	136.77	27.35	1.23	0.01	0.01	0.00
89.0	23.58	52.17	136.77	27.35	21.00	3.81	3.80	0.38
103.9	43.57	95.74	136.77	27.35	45.59	22.80	18.98	1.90
118.7	15.27	111.00	136.77	27.35	51.90	31.75	8.95	0.90
133.5	8.35	119.35	136.77	27.35	55.00	37.00	5.25	0.53
148.4	5.50	124.86	136.77	27.35	56.92	40.58	3.58	0.36
163.2	4.02	128.88	136.77	27.35	58.27	43.25	2.67	0.27
178.0	3.13	132.01	136.77	27.35	59.29	45.37	2.11	0.21

Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
14.8	176.2	43.6	43.6
29.7	135.8	67.1	23.6
44.5	111.1	82.4	15.3
59.3	94.4	93.3	10.9
74.2	82.2	101.7	8.3
89.0	73.0	108.4	6.7
103.9	65.8	113.9	5.5
118.7	59.9	118.5	4.7
133.5	55.1	122.5	4.0
148.4	51.0	126.1	3.5
163.2	47.5	129.2	3.1
178.0	44.5	132.0	2.8

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (min)	qi	q adopt	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	1.90	0.90	0.53	0.36	0.27	0.21	Q tot (m3/s)
0	0.00	0.00	0.00											0.0
15	0.61	0.61	0.00	0.00										0.0
30	1.21	1.21	0.00	0.00	0.00									0.0
45	1.82	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00								0.0
59	2.42	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0.0
74	3.03	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00						0.2
89	3.64	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	1.15	0.00					1.6
104	4.24	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	2.30	0.54	0.00				3.5
119	4.56	4.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	3.45	1.08	0.32	0.00			5.8
134	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	4.60	1.63	0.64	0.22	0.00		8.2
148	3.83	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	5.75	2.17	0.95	0.43	0.16	0.00	10.9
163	3.47	3.47	0.00	0.00	0.00	0.01	1.61	6.90	2.71	1.27	0.65	0.32	0.13	13.6
178	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	8.05	3.25	1.59	0.87	0.49	0.26	16.2
193	2.74	2.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	8.65	3.80	1.91	1.09	0.65	0.38	18.1
208	2.38	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	7.96	4.08	2.23	1.30	0.81	0.51	18.4
223	2.02	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	7.28	3.75	2.39	1.52	0.97	0.64	17.9
237	1.65	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	6.59	3.43	2.20	1.63	1.13	0.77	16.9
252	1.29	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	5.90	3.11	2.01	1.50	1.22	0.90	15.7
267	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	5.21	2.78	1.82	1.37	1.12	0.96	14.2
282	0.57	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	4.52	2.46	1.63	1.24	1.02	0.89	12.5
297	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	3.83	2.13	1.44	1.11	0.93	0.81	10.9
312	-0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	3.14	1.81	1.25	0.98	0.83	0.73	9.2
326	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	2.45	1.48	1.06	0.85	0.73	0.66	7.6
341	-0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	1.76	1.16	0.87	0.72	0.64	0.58	5.9
356	-1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	1.07	0.83	0.68	0.59	0.54	0.50	4.3
371	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.51	0.49	0.46	0.44	0.43	2.7
386	-1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.30	0.33	0.35	0.35	1.5
401	-2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.20	0.25	0.27	0.8
415	-2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.15	0.20	0.4
430	-3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.12	0.2
445	-3.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0
460	-3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
475	-4.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0



Caudal Max: 18.4 m³/s

TR: 50 años

22
veintidos

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 23.6 m3/s

Tramo:	*CALLE 6000-BERTONI - 3+460-A*	Prog:		Arroyo:	*Afluente A° YHU*

Características de la Cuenca

Área (A):	427	ha
Área (A):	4.2722	km²
Longitud (L):	3026	m
Pendiente (i):	2.91	%
CSC Curve Number:	65	
Almacenam. (S):	136.8	mm
Abstracc. Inic. (Ia):	27.4	mm

Tiempo de Concentración (DNOS), IDF, TR

Tiempo de concentración (SCS)

Tc:	178.0	min
Tc:	2.97	hs
Δt:	14.8	min
tp:	106.8	min
Tp:	114.2	min
qp:	4.67	m³/s/cm

TR: 100 años

IDF: Asunción

c:	2251.92
n:	0.19036
d:	28.00
m:	0.87631

$$I = \frac{cTr^n}{(tc+d)^m}$$

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
14.8	3.21	3.21	136.77	3.21	0.00	0.00	0.00	0.00
29.7	4.02	7.23	136.77	7.23	0.00	0.00	0.00	0.00
44.5	5.31	12.54	136.77	12.54	0.00	0.00	0.00	0.00
59.3	7.61	20.15	136.77	20.15	0.00	0.00	0.00	0.00
74.2	12.47	32.62	136.77	27.35	5.08	0.20	0.20	0.02
89.0	26.90	59.53	136.77	27.35	26.05	6.13	5.93	0.59
103.9	49.71	109.24	136.77	27.35	51.22	30.67	24.54	2.45
118.7	17.42	126.66	136.77	27.35	57.53	41.77	11.11	1.11
133.5	9.53	136.19	136.77	27.35	60.61	48.23	6.45	0.65
148.4	6.28	142.47	136.77	27.35	62.51	52.61	4.38	0.44
163.2	4.59	147.05	136.77	27.35	63.83	55.87	3.26	0.33
178.0	3.57	150.63	136.77	27.35	64.84	58.44	2.57	0.26

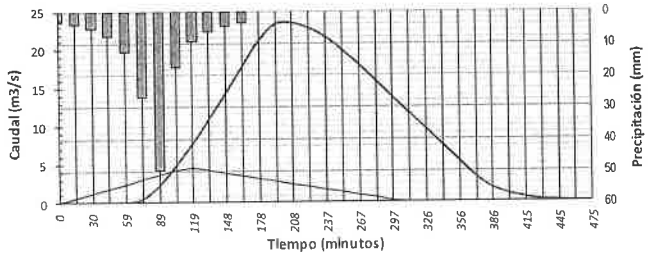
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
14.8	201.0	49.7	49.7
29.7	154.9	76.6	26.9
44.5	126.8	94.0	17.4
59.3	107.7	106.5	12.5
74.2	93.8	116.0	9.5
89.0	83.3	123.6	7.6
103.9	75.1	129.9	6.3
118.7	68.4	135.2	5.3
133.5	62.8	139.8	4.6
148.4	58.2	143.8	4.0
163.2	54.2	147.4	3.6
178.0	50.8	150.6	3.2

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (min)	qi	q adopt	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.02	0.59	2.45	1.11	0.65	0.44	0.33	0.26	Q tot (m3/s)
0	0.00	0.00	0.00											0.0
15	0.61	0.61	0.00	0.00										0.0
30	1.21	1.21	0.00	0.00	0.00									0.0
45	1.82	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00								0.0
59	2.42	2.42	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00							0.0
74	3.03	3.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.36	0.00						0.4
89	3.64	3.64	0.00	0.00	0.00	0.04	0.72	1.49	0.00					2.2
104	4.24	4.24	0.00	0.00	0.00	0.05	1.08	2.97	0.67	0.00				4.8
119	4.56	4.56	0.00	0.00	0.00	0.06	1.44	4.46	1.35	0.39	0.00			7.7
134	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.07	1.80	5.95	2.02	0.78	0.27	0.00		10.9
148	3.83	3.83	0.00	0.00	0.00	0.08	2.16	7.44	2.69	1.17	0.53	0.20	0.00	14.3
163	3.47	3.47	0.00	0.00	0.00	0.09	2.52	8.92	3.37	1.56	0.80	0.40	0.16	17.8
178	3.11	3.11	0.00	0.00	0.00	0.08	2.70	10.41	4.04	1.96	1.06	0.59	0.31	21.2
193	2.74	2.74	0.00	0.00	0.00	0.07	2.49	11.19	4.71	2.35	1.33	0.79	0.47	23.4
208	2.38	2.38	0.00	0.00	0.00	0.07	2.27	10.30	5.06	2.74	1.59	0.99	0.62	23.6
223	2.02	2.02	0.00	0.00	0.00	0.06	2.06	9.40	4.66	2.94	1.86	1.19	0.78	22.9
237	1.65	1.65	0.00	0.00	0.00	0.05	1.84	8.51	4.26	2.71	2.00	1.38	0.93	21.7
252	1.29	1.29	0.00	0.00	0.00	0.05	1.63	7.62	3.85	2.47	1.84	1.49	1.09	20.0
267	0.93	0.93	0.00	0.00	0.00	0.04	1.41	6.73	3.45	2.24	1.68	1.37	1.17	18.1
282	0.57	0.57	0.00	0.00	0.00	0.03	1.20	5.84	3.05	2.00	1.52	1.25	1.08	16.0
297	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.03	0.98	4.95	2.64	1.77	1.36	1.13	0.98	13.8
312	-0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.77	4.06	2.24	1.54	1.20	1.01	0.89	11.7
326	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.55	3.17	1.84	1.30	1.04	0.89	0.80	9.6
341	-0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	2.28	1.43	1.07	0.88	0.78	0.71	7.5
356	-1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	1.39	1.03	0.83	0.72	0.66	0.61	5.4
371	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.63	0.60	0.57	0.54	0.52	3.3
386	-1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.37	0.41	0.42	0.43	1.8
401	-2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.25	0.30	0.33	1.0
415	-2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.18	0.24	0.5
430	-3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.15	0.2
445	-3.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.1
460	-3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
475	-4.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

HIDROGRAMA DE DISEÑO



Caudal Max: 23.6 m³/s

TR: 100 años

ingenieria@grissetti.com.py

23
veintitres

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 12.3 m3/s

Tramo:	CALLE 6000-BERTONI - 3+460-B	Prog:		Arroyo:	Afluente A° YHU

Características de la Cuenca

Área (A):	252	ha
Área (A):	2.5188	km²
Longitud (L):	2376	m
Pendiente (i):	3.45	%
CSC Curve Number:	65	
Almacenam. (S):	136.8	mm
Abstracc. Inic. (Ia):	27.4	mm

Tiempo de Concentración (DNOS), IDF, TR

Tiempo de concentración (SCS)

Tc:	134.8	min
Tc:	2.25	hs
Δt:	11.2	min
tp:	80.9	min
Tp:	86.5	min
qp:	3.64	m³/s/cm

TR: 50 años

IDF: Asunción

c:	2251.92
n:	0.19036
d:	28.00
m:	0.87631

$$I = \frac{cTr^n}{(tc+d)^m}$$

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
11.2	2.96	2.96	136.77	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
22.5	3.70	6.66	136.77	6.66	0.00	0.00	0.00	0.00
33.7	4.86	11.52	136.77	11.52	0.00	0.00	0.00	0.00
44.9	6.87	18.39	136.77	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00
56.1	10.89	29.28	136.77	27.35	1.90	0.03	0.03	0.00
67.4	21.52	50.80	136.77	27.35	20.01	3.43	3.40	0.34
78.6	35.62	86.41	136.77	27.35	41.25	17.81	14.38	1.44
89.8	14.73	101.14	136.77	27.35	47.93	25.86	8.05	0.80
101.1	8.49	109.63	136.77	27.35	51.37	30.91	5.04	0.50
112.3	5.71	115.35	136.77	27.35	53.54	34.45	3.54	0.35
123.5	4.21	119.56	136.77	27.35	55.07	37.13	2.68	0.27
134.8	3.29	122.85	136.77	27.35	56.23	39.26	2.13	0.21

Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
11.2	190.3	35.6	35.6
22.5	152.6	57.1	21.5
33.7	128.0	71.9	14.7
44.9	110.5	82.8	10.9
56.1	97.5	91.2	8.5
67.4	87.4	98.1	6.9
78.6	79.3	103.8	5.7
89.8	72.6	108.7	4.9
101.1	67.0	112.9	4.2
112.3	62.3	116.6	3.7
123.5	58.2	119.9	3.3
134.8	54.7	122.8	3.0

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (min)	qi	q adopt	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	1.44	0.80	0.50	0.35	0.27	0.21	Q tot (m3/s)
0	0.00	0.00	0.00											0.0
11	0.47	0.47	0.00	0.00										0.0
22	0.94	0.94	0.00	0.00	0.00									0.0
34	1.42	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00								0.0
45	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0.0
56	2.36	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00						0.2
67	2.83	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00					1.0
79	3.30	3.30	0.00	0.00	0.00	0.01	0.48	1.36	0.38	0.00				2.2
90	3.55	3.55	0.00	0.00	0.00	0.01	0.64	2.04	0.76	0.24	0.00			3.7
101	3.27	3.27	0.00	0.00	0.00	0.01	0.80	2.72	1.14	0.48	0.17	0.00		5.3
112	2.99	2.99	0.00	0.00	0.00	0.01	0.96	3.40	1.52	0.71	0.33	0.13	0.00	7.1
124	2.70	2.70	0.00	0.00	0.00	0.01	1.12	4.07	1.90	0.95	0.50	0.25	0.10	8.9
135	2.42	2.42	0.00	0.00	0.00	0.01	1.21	4.75	2.28	1.19	0.67	0.38	0.20	10.7
146	2.14	2.14	0.00	0.00	0.00	0.01	1.11	5.11	2.66	1.43	0.84	0.51	0.30	12.0
157	1.85	1.85	0.00	0.00	0.00	0.01	1.02	4.70	2.86	1.67	1.00	0.63	0.40	12.3
168	1.57	1.57	0.00	0.00	0.00	0.01	0.92	4.29	2.63	1.79	1.17	0.76	0.50	12.1
180	1.29	1.29	0.00	0.00	0.00	0.01	0.82	3.89	2.40	1.65	1.26	0.89	0.60	11.5
191	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	3.48	2.18	1.51	1.16	0.95	0.71	10.7
202	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	3.07	1.95	1.36	1.06	0.88	0.76	9.7
213	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	2.67	1.72	1.22	0.96	0.80	0.70	8.6
225	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	2.26	1.49	1.08	0.86	0.72	0.64	7.5
236	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	1.85	1.26	0.94	0.76	0.65	0.58	6.4
247	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.45	1.04	0.79	0.66	0.57	0.52	5.3
258	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	1.04	0.81	0.65	0.56	0.50	0.46	4.2
270	-0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.63	0.58	0.51	0.46	0.42	0.40	3.1
281	-1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.35	0.36	0.36	0.35	0.34	2.0
292	-1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.22	0.26	0.27	0.27	1.2
303	-1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16	0.19	0.21	0.6
314	-2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.12	0.15	0.3
326	-2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.09	0.1
337	-2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0
348	-2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
359	-3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

HIDROGRAMA DE DISEÑO

Caudal Max: 12.3 m³/s

TR: 50 años

ingenieria@grissetti.com.py

veintiocho

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 16 m3/s

Tramo:	CALLE 6000-BERTONI - 3+460-B	Prog:		Arroyo:	Afluente A° YHU

Características de la Cuenca

Área (A):	252	ha
Área (A):	2.5188	km²
Longitud (L):	2376	m
Pendiente (i):	3.45	%
CSC Curve Number:	65	
Almacenam. (S):	136.8	mm
Abstracc. Inic. (Ia):	27.4	mm

Tiempo de Concentración (DNOS), IDF, TR

Tiempo de concentración (SCS)		
Tc:	134.8	min
Tc:	2.25	hs
Δt:	11.2	min
tp:	80.9	min
Tp:	86.5	min
qp:	3.64	m³/s/cm

TR: 100 años

IDF: Asunción

c:	2251.92
n:	0,19036
d:	28,00
m:	0.87631

$$I = \frac{cTr^n}{(tc+d)^m}$$

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Cálculo de la Precipitación Efectiva

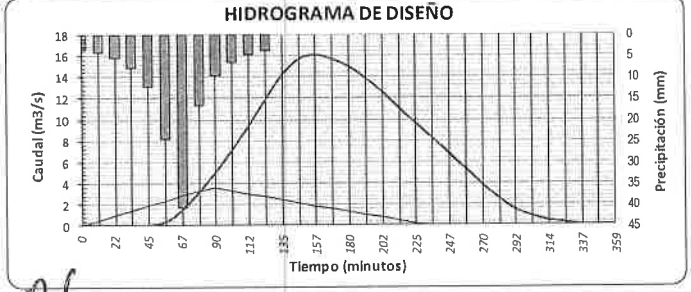
Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
11.2	3.37	3.37	136.77	3.37	0.00	0.00	0.00	0.00
22.5	4.22	7.60	136.77	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00
33.7	5.55	13.14	136.77	13.14	0.00	0.00	0.00	0.00
44.9	7.83	20.98	136.77	20.98	0.00	0.00	0.00	0.00
56.1	12.43	33.41	136.77	27.35	5.80	0.26	0.26	0.03
67.4	24.55	57.96	136.77	27.35	25.01	5.60	5.34	0.53
78.6	40.64	98.60	136.77	27.35	46.85	24.40	18.81	1.88
89.8	16.81	115.41	136.77	27.35	53.57	34.49	10.09	1.01
101.1	9.68	125.10	136.77	27.35	57.00	40.74	6.25	0.62
112.3	6.52	131.62	136.77	27.35	59.16	45.10	4.36	0.44
123.5	4.81	136.42	136.77	27.35	60.68	48.39	3.29	0.33
134.8	3.76	140.18	136.77	27.35	61.82	51.00	2.61	0.26

Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
11.2	217.2	40.6	40.6
22.5	174.2	65.2	24.6
33.7	146.0	82.0	16.8
44.9	126.1	94.4	12.4
56.1	111.3	104.1	9.7
67.4	99.7	112.0	7.8
78.6	90.4	118.5	6.5
89.8	82.8	124.0	5.5
101.1	76.5	128.8	4.8
112.3	71.1	133.0	4.2
123.5	66.5	136.8	3.8
134.8	62.4	140.2	3.4

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (min)	qi	q adopt	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.03	0.53	1.88	1.01	0.62	0.44	0.33	0.26	Q tot (m3/s)
0	0.00	0.00	0.00											0.0
11	0.47	0.47	0.00	0.00										0.0
22	0.94	0.94	0.00	0.00	0.00									0.0
34	1.42	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00								0.0
45	1.89	1.89	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00							0.0
56	2.36	2.36	0.00	0.00	0.00	0.02	0.25	0.00						0.3
67	2.83	2.83	0.00	0.00	0.00	0.04	0.50	0.89	0.00					1.4
79	3.30	3.30	0.00	0.00	0.00	0.05	0.76	1.78	0.48	0.00				3.1
90	3.55	3.55	0.00	0.00	0.00	0.06	1.01	2.66	0.95	0.30	0.00			5.0
101	3.27	3.27	0.00	0.00	0.00	0.07	1.26	3.55	1.43	0.59	0.21	0.00		7.1
112	2.99	2.99	0.00	0.00	0.00	0.08	1.51	4.44	1.90	0.89	0.41	0.16	0.00	9.4
124	2.70	2.70	0.00	0.00	0.00	0.09	1.76	5.33	2.38	1.18	0.62	0.31	0.12	11.8
135	2.42	2.42	0.00	0.00	0.00	0.08	1.90	6.22	2.86	1.48	0.82	0.47	0.25	14.1
146	2.14	2.14	0.00	0.00	0.00	0.08	1.75	6.68	3.33	1.77	1.03	0.62	0.37	15.6
157	1.85	1.85	0.00	0.00	0.00	0.07	1.59	6.15	3.58	2.07	1.24	0.78	0.49	16.0
168	1.57	1.57	0.00	0.00	0.00	0.06	1.44	5.61	3.30	2.22	1.44	0.93	0.62	15.6
180	1.29	1.29	0.00	0.00	0.00	0.05	1.29	5.08	3.01	2.04	1.55	1.09	0.74	14.9
191	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.05	1.14	4.55	2.73	1.87	1.43	1.17	0.86	13.8
202	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	0.04	0.99	4.02	2.44	1.69	1.30	1.07	0.93	12.5
213	0.44	0.44	0.00	0.00	0.00	0.03	0.84	3.49	2.16	1.51	1.18	0.98	0.85	11.0
225	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.03	0.69	2.96	1.87	1.34	1.06	0.89	0.78	9.6
236	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.54	2.42	1.59	1.16	0.93	0.80	0.71	8.2
247	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39	1.89	1.30	0.98	0.81	0.70	0.63	6.7
258	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	1.36	1.01	0.81	0.69	0.61	0.56	5.3
270	-0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.83	0.73	0.63	0.56	0.52	0.48	3.8
281	-1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.44	0.45	0.44	0.42	0.41	2.5
292	-1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.28	0.32	0.33	0.34	1.4
303	-1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.19	0.24	0.26	0.8
314	-2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.14	0.19	0.4
326	-2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.12	0.2
337	-2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0
348	-2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
359	-3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0



Caudal Max: 16.0 m³/s

TR: 100 años

ingenieria@grissetti.com.py

CAUDAL CALCULADO PARA LA UBICACION DE ALCANTARILLAS DE LA PROG. 6+570-6+560

CAUDALES CALCULADOS		
	Q50 m3/s	**Q100 m3/s**
6+570-6+560	**55.4**	**69.9**

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 55.4 m3/s

Tramo: CALLE 6000-BERTONI - 6+570-6+560 | Prog: | Arroyo: Afluente A° YHU

Caracteristicas de la Cuenca

Área (A):	2,584	ha
Área (A):	25.8395	km²
Longitud (L):	9325	m
Pendiente (i):	1.72	%
CSC Curve Number:	65	
Almacenam. (S):	136.8	mm
Abstracc. Inic. (Ia):	27.4	mm

Tiempo de Concentración (DNOS), IDF, TR

Tiempo de concentración (SCS)		
Tc:	569.8	min
Tc:	9.50	hs
Δt:	47.5	min
tp:	341.9	min
Tp:	365.6	min
qp:	8.82	m³/s/cm

TR: 50 años

IDF: Asunción

c:	2251.92
n:	0.19036
d:	28.00
m:	0.87631

$$I = \frac{cTr^n}{(tc+d)^m}$$

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Cálculo de la Precipitación Efectiva

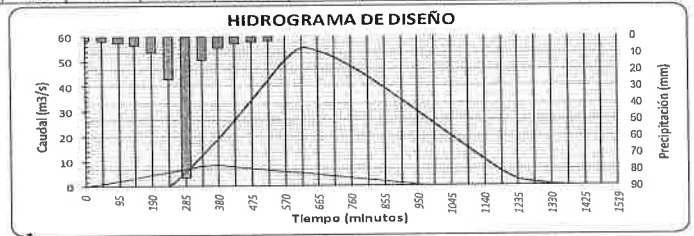
Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
47.5	2.39	2.39	136.77	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00
95.0	2.94	5.32	136.77	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00
142.5	3.83	9.15	136.77	9.15	0.00	0.00	0.00	0.00
189.9	5.47	14.62	136.77	14.62	0.00	0.00	0.00	0.00
237.4	9.34	23.96	136.77	23.96	0.00	0.00	0.00	0.00
284.9	25.77	49.73	136.77	27.35	19.23	3.15	3.15	0.31
332.4	84.75	134.49	136.77	27.35	60.08	47.06	43.91	4.39
379.9	14.01	148.49	136.77	27.35	64.24	56.90	9.84	0.98
427.4	6.92	155.42	136.77	27.35	66.14	61.93	5.03	0.50
474.8	4.51	159.92	136.77	27.35	67.32	65.25	3.32	0.33
522.3	3.32	163.25	136.77	27.35	68.16	67.73	2.48	0.25
569.8	2.63	165.88	136.77	27.35	68.82	69.70	1.98	0.20

Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
47.5	107.2	84.8	84.8
95.0	69.9	110.5	25.8
142.5	52.5	124.5	14.0
189.9	42.4	133.9	9.3
237.4	35.6	140.8	6.9
284.9	30.8	146.3	5.5
332.4	27.3	150.8	4.5
379.9	24.5	154.6	3.8
427.4	22.2	157.9	3.3
474.8	20.4	160.9	2.9
522.3	18.8	163.5	2.6
569.8	17.5	165.9	2.4

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Intervalo (min)	qi	q adopt	P inc (cm) 0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	4.39	0.98	0.50	0.33	0.25	0.20	Q tot (m3/s)
0	0.00	0.00	0.00											0.0
47	1.15	1.15	0.00	0.00										0.0
95	2.29	2.29	0.00	0.00	0.00									0.0
142	3.44	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00								0.0
190	4.58	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0.0
237	5.73	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00						0.4
285	6.87	6.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	5.03	0.00					5.8
332	8.02	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	10.06	1.13	0.00				12.3
380	8.61	8.61	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	15.09	2.25	0.58	0.00			19.4
427	7.93	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	20.12	3.38	1.15	0.38	0.00		26.8
475	7.24	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	25.15	4.51	1.73	0.76	0.28	0.00	34.6
522	6.56	6.56	0.00	0.00	0.00	0.00	2.52	30.18	5.64	2.30	1.14	0.57	0.23	42.6
570	5.87	5.87	0.00	0.00	0.00	0.00	2.71	35.21	6.76	2.88	1.52	0.85	0.45	50.4
617	5.18	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	37.83	7.89	3.45	1.90	1.14	0.68	55.4
665	4.50	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.28	34.81	8.48	4.03	2.28	1.42	0.91	54.2
712	3.81	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	31.80	7.80	4.33	2.67	1.70	1.13	51.5
760	3.13	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	28.79	7.13	3.98	2.86	1.99	1.36	48.0
807	2.44	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	25.78	6.45	3.64	2.64	2.13	1.59	43.9
855	1.76	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	22.77	5.78	3.30	2.41	1.96	1.70	39.3
902	1.07	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	19.75	5.10	2.95	2.18	1.79	1.57	34.5
950	0.38	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	16.74	4.43	2.61	1.95	1.62	1.43	29.8
997	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	13.73	3.75	2.26	1.72	1.45	1.30	25.0
1045	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	10.72	3.08	1.92	1.50	1.28	1.16	20.2
1092	-1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	7.71	2.40	1.57	1.27	1.11	1.02	15.4
1140	-2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	4.70	1.73	1.23	1.04	0.94	0.89	10.6
1187	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	1.05	0.88	0.81	0.77	0.75	6.0
1235	-3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.54	0.58	0.60	0.62	2.7
1282	-4.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.36	0.43	0.48	1.5
1330	-5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.26	0.35	0.7
1377	-5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.21	0.3
1425	-6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.1
1472	-7.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1519	-7.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0



Caudal Max: 55.4 m³/s

TR: 50 años

Avda. Fernando de la Mora 3335 – Asunción – Paraguay
Cel: 0981 331 717
ingenieria@grissetti.com.py

26
veinti seis

Cálculo de Caudal de Diseño

Q: 69.9 m3/s

Tramo:	CALLE 6000-BERTONI - 6+570-6+560	Prog:		Arroyo:	Afluente A° YHU

Características de la Cuenca

Área (A):	2,584	ha
Área (A):	25,8395	km²
Longitud (L):	9325	m
Pendiente (I):	1.72	%
CSC Curve Number:	65	
Almacenam. (S):	136.8	mm
Abstracc. Inic. (Ia):	27.4	mm

Tiempo de Concentración (DNOS), IDF, TR

Tiempo de concentración (SCS)		
Tc:	569.8	min
Tc:	9,50	hs
Δt:	47.5	min
tp:	341.9	min
Tp:	365,6	min
qp:	8.82	m³/s/cm

TR:	100	años
IDF:	Asunción	
c:	2251,92	
n:	0.19036	
d:	28.00	
m:	0.87631	

$$I = \frac{cTr^n}{(tc+d)^m}$$

MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES (SCS)

Cálculo de la Precipitación Efectiva

Intervalo (min)	Pinc (mm)	Pacum (mm)	S (mm)	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe Acum (mm)	Pe Inc (mm)	Pe Inc (cm)
47.5	2.72	2.72	136.77	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00
95.0	3.35	6.08	136.77	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00
142.5	4.37	10.44	136.77	10.44	0.00	0.00	0.00	0.00
189.9	6.24	16.68	136.77	16.68	0.00	0.00	0.00	0.00
237.4	10.66	27.34	136.77	27.34	0.00	0.00	0.00	0.00
284.9	29.41	56.75	136.77	27.35	24.19	5.20	5.20	0.52
332.4	96.71	153.46	136.77	27.35	65.61	60.49	55.29	5.53
379.9	15.98	169.44	136.77	27.35	69.69	72.40	11.90	1.19
427.4	7.90	177.34	136.77	27.35	71.54	78.45	6.05	0.61
474.8	5.14	182.48	136.77	27.35	72.68	82.44	3.99	0.40
522.3	3.79	186.27	136.77	27.35	73.51	85.41	2.97	0.30
569.8	3.00	189.28	136.77	27.35	74.14	87.78	2.37	0.24

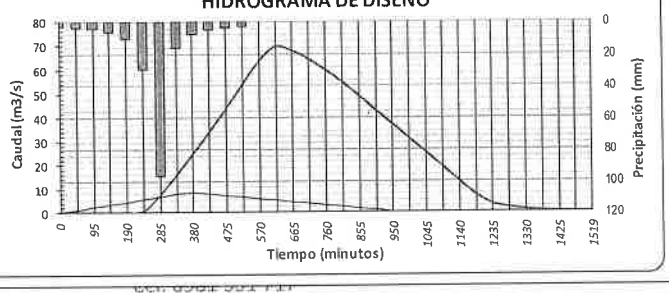
Precipitación Incremental

Intervalo (min)	Intensidad (mm/h)	P acum (mm)	P inc (mm)
47.5	122.4	96.7	96.7
95.0	79.8	126.1	29.4
142.5	59.9	142.1	16.0
189.9	48.3	152.8	10.7
237.4	40.7	160.7	7.9
284.9	35.2	166.9	6.2
332.4	31.1	172.0	5.1
379.9	27.9	176.4	4.4
427.4	25.3	180.2	3.8
474.8	23.2	183.6	3.4
522.3	21.5	186.6	3.0
569.8	20.0	189.3	2.7

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

			P Inc (cm)											
Intervalo (min)	qi	q adopt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	5.53	1.19	0.61	0.40	0.30	0.24	Q tot (m3/s)
0	0.00	0.00	0.00											0.0
47	1.15	1.15	0.00	0.00										0.0
95	2.29	2.29	0.00	0.00	0.00									0.0
142	3.44	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00								0.0
190	4.58	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0.0
237	5.73	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00						0.6
285	6.87	6.87	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19	6.33	0.00					7.5
332	8.02	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	12.67	1.36	0.00				15.8
380	8.61	8.61	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38	19.00	2.73	0.69	0.00			24.8
427	7.93	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	2.98	25.33	4.09	1.39	0.46	0.00		34.2
475	7.24	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	31.67	5.45	2.08	0.91	0.34	0.00	44.0
522	6.56	6.56	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17	38.00	6.82	2.77	1.37	0.68	0.27	54.1
570	5.87	5.87	0.00	0.00	0.00	0.00	4.48	44.33	8.18	3.47	1.83	1.02	0.54	63.9
617	5.18	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	4.12	47.63	9.55	4.16	2.29	1.36	0.81	69.9
665	4.50	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.77	43.84	10.25	4.85	2.74	1.70	1.09	68.2
712	3.81	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	40.04	9.44	5.21	3.20	2.04	1.36	64.7
760	3.13	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	36.25	8.62	4.80	3.44	2.38	1.63	60.2
807	2.44	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	32.46	7.81	4.38	3.17	2.56	1.90	55.0
855	1.76	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	28.67	6.99	3.97	2.89	2.36	2.04	49.2
902	1.07	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	24.87	6.17	3.55	2.62	2.15	1.88	43.2
950	0.38	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	21.08	5.36	3.14	2.34	1.95	1.72	37.2
997	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27	17.29	4.54	2.72	2.07	1.74	1.55	31.2
1045	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	13.50	3.72	2.31	1.80	1.54	1.39	25.2
1092	-1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	9.70	2.91	1.89	1.52	1.34	1.23	19.1
1140	-2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	5.91	2.09	1.48	1.25	1.13	1.07	13.1
1187	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	1.27	1.06	0.97	0.93	0.90	7.3
1235	-3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.65	0.70	0.73	0.74	3.3
1282	-4.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.43	0.52	0.58	1.8
1330	-5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.32	0.42	0.9
1377	-5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.25	0.4
1425	-6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.1
1472	-7.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
1519	-7.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

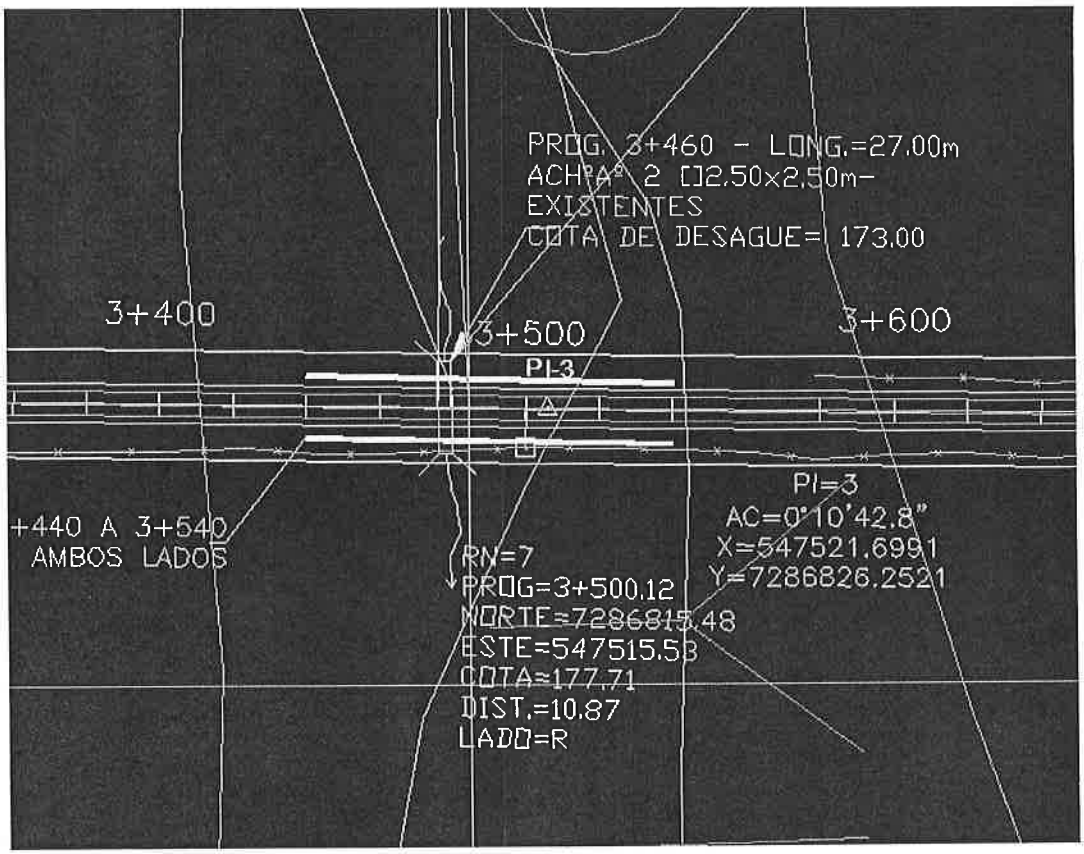
HIDROGRAMA DE DISEÑO



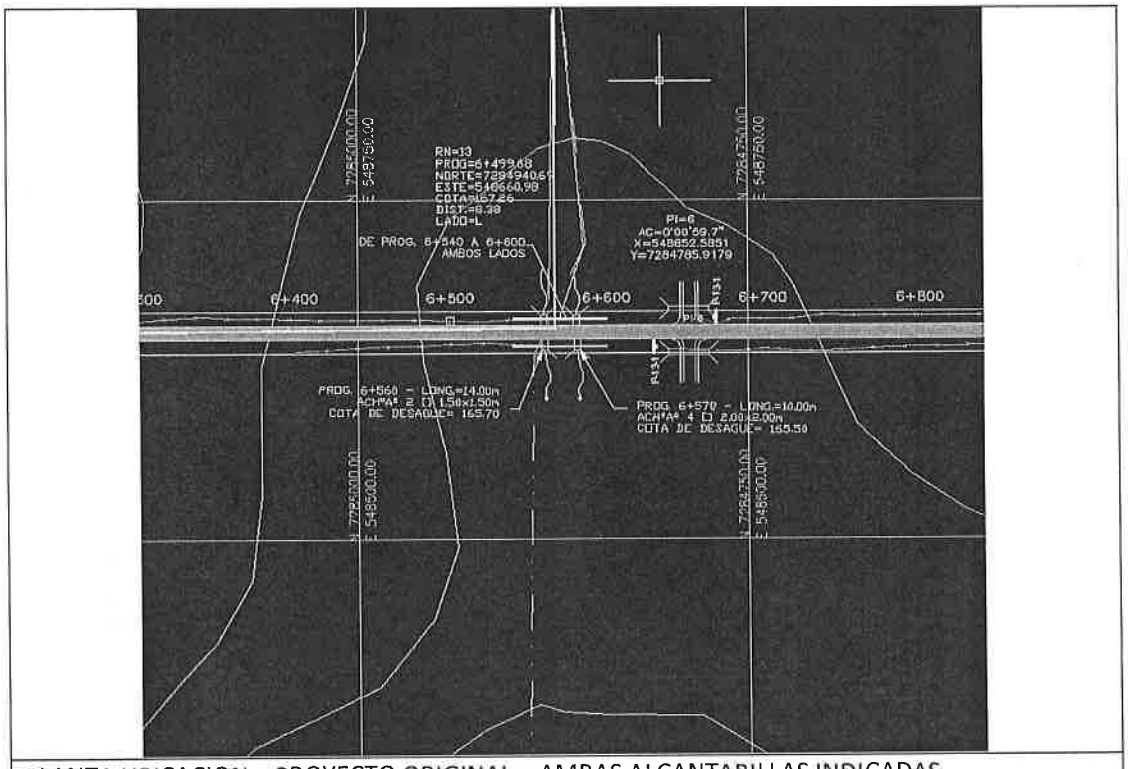
Caudal Max: 69.9 m³/s

TR: 100 años

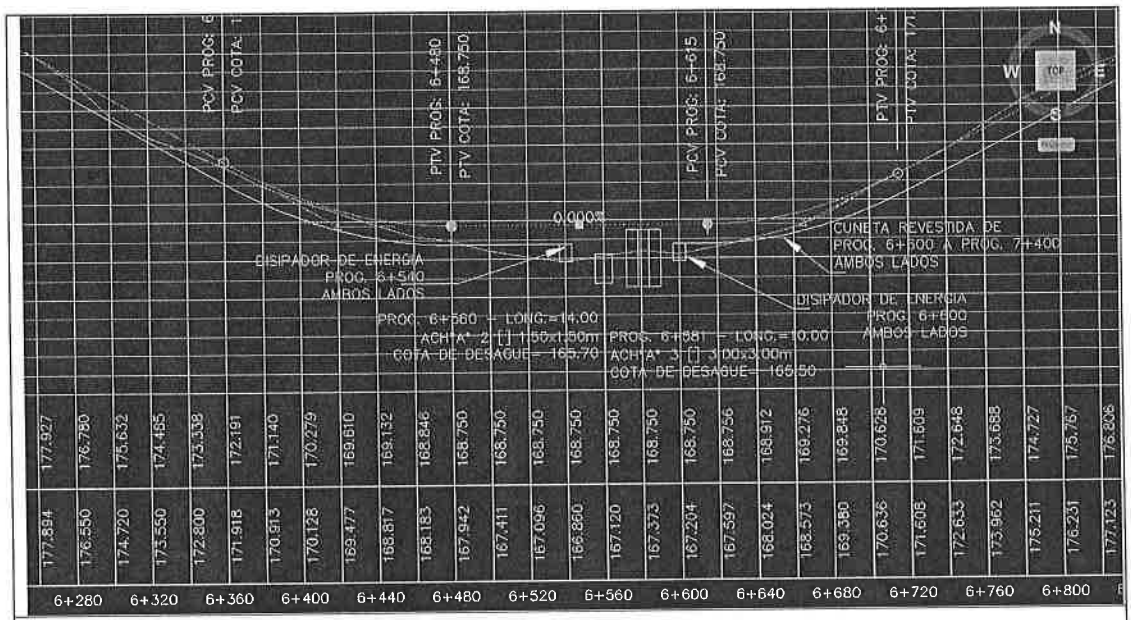
ingenieria@grissetti.com.py



28
veintiocho



PLANTA UBICACION – PROYECTO ORIGINAL – AMBAS ALCANTARILLAS INDICADAS



PERFIL ALTIMETRICO – PROYECTO ORIGINAL

Avda. Fernando de la Mora 3335 – Asunción – Paraguay
Cel: 0981 331 717
ingenieria@grissetti.com.py

29
veintinueve

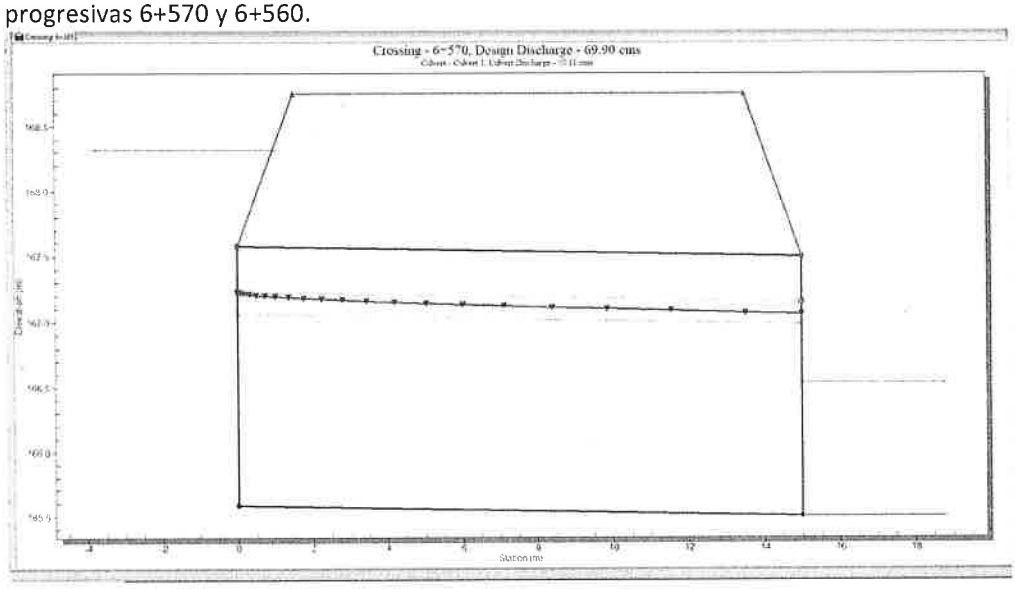
RE-PROYECTO: 6+570 (ACCH-2.0x2.0m) - 6+560 (ACDH-1.5x1.5m)

Se mantiene la cota de rasante en 168.75, y se mantiene la cota de desagüe de la alcantarilla del proyecto original de la ACCH-2.0x2.0m, que es de 165.50.

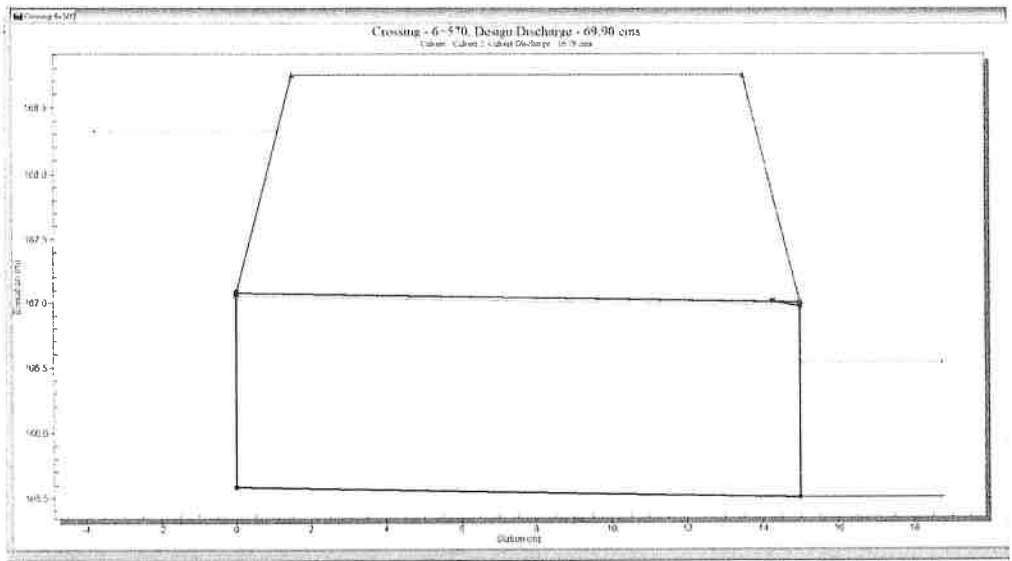
Se considera que el desenvolvimiento hidráulico de una alcantarilla triple de 3.0x3.0 metro, en un lugar donde ya existe un asentamiento urbano adyacente al cauce del arroyo, traería posibilidades de inundación de los pobladores ocupantes, por ello se ha sugerido estudiar otro tipo de obras de desagüe que cumpla la misma función de la alcantarilla de proyecto-original pero sin que eleve demasiado el nivel del agua del lado de aguas arriba para su funcionamiento. Por ello se han ensayado algunas alternativas de secciones hidráulicas con el software HY-8, siendo la última la simulación que corresponde a considerar sustituir las obras de proyecto, por DOS obras de menor dimensión en altura, pero de más abertura de luces múltiple, como es el caso de considerar construir, dos alcantarillas celulares, la primera una CUADRUPLE de 2.0x2.0metros - ACCH-2.0x2.0m, ó sea unos 15.00 metros de abertura en horizontal contra solamente los 9.0 metros previsto en el proyecto original, más una línea de alcantarillas doble de 1.5x1.5 metro.

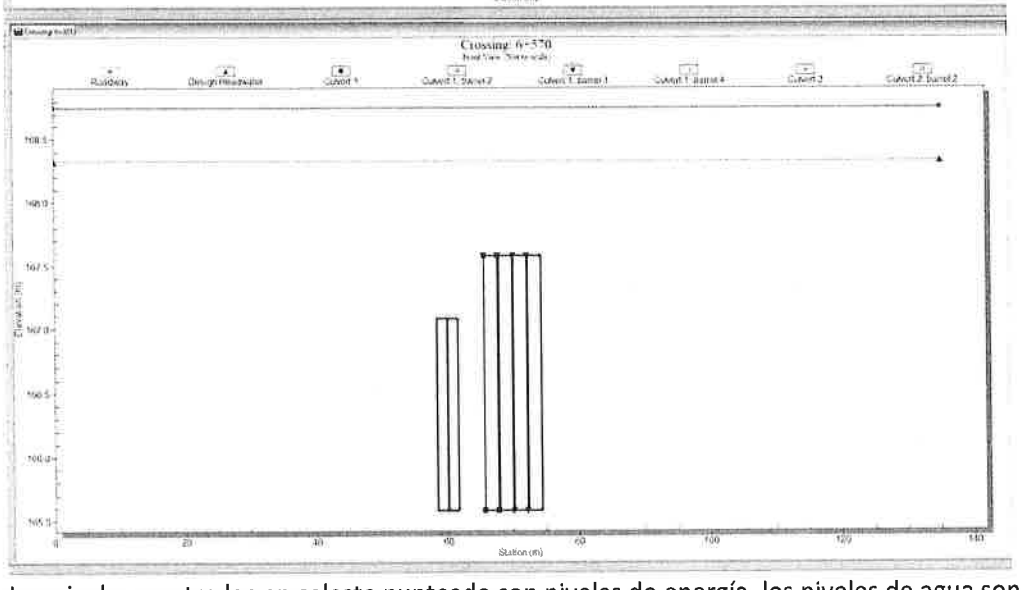
A continuación, se muestran los datos y perfiles de salida del programa considerando las obras de paso indicadas más arriba:

- y utilizando los caudales para TR 50 = 55.40 m3/s y Tr 100 = 69.9 m3/s, obtenidos en el cálculo hidrológico para la cuenca denominada afluente del arroyo YHU- para las progresivas 6+570 y 6+560.



30
treinta





- Los niveles mostrados en celeste punteado son niveles de energía, los niveles de agua son menores a los mostrados.

31
treinta y un

CONCLUSIONES

3+460 (ACDH-2.5x2.5m)

Se considera que la obra existente puede dejar pasar los caudales calculados para TR 50 y TR 100 años, por lo tanto, no es necesario construir una obra adicional de desagüe transversal en dicha estaca hectométrica, Un celular doble de 2.5x2.5m para los caudales TR 50 = 30.70 m3/s y Tr 100 = 39.6 m3/s.

6+570 (ACCH-2.0x2.0m) - 6+560 (ACDH-1.5x1.5m)

Los valores de caudales para TR 50 y TR 100 son importantes y la obra de paso de agua transversal existente No abastece para los requerimientos que se exigen en el manual de Carreteras del Paraguay del 2019. Por lo que se considera recomendable sustituir la sección original por una sección que considera al cauce menos encajonado ó definido, que el concepto del proyecto original, ya que un triple de 3.0 x 3.0 m + doble de 1.5x1.5, ó es una alcantarilla denominada de alivio, ó existe un cauce de escurrimiento muy importante de sección muy bien definida, sin valle de inundación, como es el caso que ahora se estudia. La estructura propuesta en sustitución a lo indicado en el proyecto es considerar dos estacas hectométricas de ubicación y a las cuales se les considera como alcantarillas celulares cuadruples de 2.0x2.0m de sección construible en una ubicación y una doble de 1.5x1.5m – progresivas indicativas 6+560 y 6+570 del tramo en análisis. Estas alcantarillas satisfacen el requerimiento del Manual de Carreteras del Paraguay donde establece que la máxima crecida observada debe estar 0.30 m por debajo del borde de plataforma.

Ing. Alberto Grissetti, MSc.
Reg. Prof. MOPC. N° 2224

32
treinta y dos