MVZ INGENIERIA

Direc.: Tte. Aguirre 1015 c/ Dr. Facundo Machain Telf.: 0981 929 251

Asuncion, 30 de Setiembre del 2021

Señor
**Dr. Carlos Alcibiades Gimenez Díaz**
**Gobernacion de San Pedro del Ycuamandiyú**
**C.C.: Arq. Alcides Renauld**
Presente

**Ref.:** Contrato N°55/19 Construcción de Sistema de Desague Pluvial -Plurianual – LPN N°07/19

**Asunto**: Solicitud de Prorroga de Plazo Contractual y Adenda de correccion de planilla de computo metrico

Me dirijo a Usted con fin de informarle sobre las condiciones que fueron presentandose, en el transcurso del contrato de la referencia, cuyas consecuencias han producido situaciones que han afectado el normal desemvolvimiento del cronograma. A continuación citamos y documentamos los mencionados eventos;

- **A_Condiciones Climaticas; Según registros de la Direccion de Meteorología e Hidrológicos**

| Días de lluvia por mes segun DINAC | |
|---|---|
| 2020 | |
| Febrero | 3 |
| Marzo | 3 |
| Abril | 2 |
| Mayo | 5 |
| Junio | 7 |
| Julio | 1 |
| Agosto | 4 |
| Septiembre | 2 |
| Octubre | 4 |
| Noviembre | 10 |
| Diciembre | 10 |
| 2021 | |
| Enero | 16 |
| Febrero | 3 |
| Marzo | 6 |
| Abril | 6 |
| Mayo | 4 |
| Junio | 7 |
| Total | 93 |

MVZ INGENIERIA

GOBERNACION DE SAN PEDRO
EXPEDIENTE N°: .....
FECHA: .....
HORA: .....
FIRMA: .....

En la tabla superior se lista los días en que la obra fue afectada por las lluvias, por ser una obra que se desarrolla enteramente expuesta a la inclemencia del clima, solicitamos los días que contemplan las especificaciones técnicas de prórroga por inclemencia, que son **30 días** según el CGC 23.1 del PBC.
Todos los días de lluvias se encuentran registrados en el libro de obras.

- Fuerza Mayor son los eventos contemplados en las Condiciones Generales del Contrato, en nuetro caso particular son los siguientes.

  1 ) La escases de materiales, en particular el Cemento esta registrado en las publicaciones que se adjuntan a esta nota.

| ***Escacez de Cemento*** | |
|---|---|
| Noticias | 19/08/2020 |
| Noticias | 23/09/2020 |
| Noticias | 7/10/2020 |
| Noticias | 2/11/2020 |
| Noticias | 31/12/2020 |
| Dias de escacez | 134 |

2) Causales de prórroga por Pandemia, siendo los dias afectados **45 dias** siendo los periodos los siguientes, los mismos estan respaldados por resoluciones del Estado Paraguayo.

| Decreto Nº | Fecha de Inicio | Fecha Final |
|---|---|---|
| 3456 de fecha 16/03/2020 | 12/03/2020 | 26/03/2020 |
| 3478 de fecha 20/03/2020 | 02/04/2020 | 12/04/2020 |
| 3537 de fecha 18/04/2020 | 18/04/2020 | 26/04/2020 |

3) PARALIZACION DE CAMIONES; paralización del transporte normal de los materiales, por la envergardura de la obra no se pudo mantener la provicion de materiales, por las cantidades necesarias para mantener el ritmo havitual de la misma. Siendo los día **de paralizacion 20 días**, avalados por publicaciones periodisticas adjuntas a esta nota.

MVZ INGENIERIA

Por lo que los días de prórroga que se observan con los eventos sucedidos son de **209 días**, por lo que tendriamos un desplazamiento de los plazos contractuales de la siguiente manera.

| | |
|---|---|
| ACTA DE INICIO | 09/12/2019 |
| PLAZO CONTRACTUAL | 25 meses |
| FIN DE PLAZO CONTRACTUAL | 09/01/2022 |
| PRÓRROGA DE PLAZO | 209 |
| FIN DE PLAZO | 06/08/2022 |

***Por todo lo expuesto anteriomente solicitamos 209 (doscientos nueve días) de prorroga del Contrato N°55/19 Construcción de Sistema de Desague Pluvial -Plurianual – LPN N°07/19, que arroja el estudio de la misma y se encuentra debidamente justificada.***

**-B_Modificacion en la Planilla de Computo Metrico de la Planilla Precio Unitario**

En este punto sugerimos un cambio en la Planilla Precio Unitario de la Cláusula N°06 del contrato de la referencia, debido a que hay una inconsistencia entre la Planilla Precio Unitario, las especificaciones técnicas y los planos presentados en el sistema de contrataciones públicas ,para la licitacion de la Construcción de Sistema de Desague Pluvial -Plurianual – LPN N°07/19 I.D: 370647.

Especificamente en el Item 16 de la mencionada planilla, cuya descripcion es **"CG3 (2,00x1,60), deberia de ser CG3 (2,00x1,10)** medidas que fueron presentadas en las especificaciones técnicas en el Capitulo 3.5 Alcantarillas Celulares o Galerías Colectoras en el Items 3.5.3 Forma de Ejecución, como así tambien en el Plano 01 Areas Contribuyentes y Curva de Nivel, donde se indican en dos tramos; **del Nudo D al nudo E** y en el siguiente tramo del nudo **E al F, el tamaño del Celular de (2,00x1,10).**

***Por lo que solicitamos la corrección del tamaño de la alcantarilla celular al tamaño correspondiente de (2,00x1,10) en lugar de (2,00x1,60), sin afectar al precio fijado en el contrato que es de 2.657.167 el ml, por lo que el precio final del contrato no se vera afectado (especificamente en el Item 16 del Computo métrico y presupuesto).***

**Esperando una definicion de estos en la brevedad nos despedimos amablemente,**

**Ing. Miguel Vicente Zárate Irala**
MVZ INGENIERIA

OBRAS P.
Administración

GOBERNACIÓN DE SAN PEDRO
3293
14-10-2021
12:00

República del Paraguay
Gobernación del II Departamento San Pedro
Tel. (0342) 222 495 – E-mail: gobernacionsanpedro@yahoo.com
Gral. Díaz N°847 e/Mcal. Estigarribia y Jóvenes por la Democracia

# Contrato N° 55/19

Entre el Gobierno Departamental de San Pedro, domiciliada en Gral. Díaz Esq. Jóvenes por la Democracia de la Ciudad de San Pedro de Ycuamandyyú, República del Paraguay, representada para este acto por Carlos Alcibíades Giménez Díaz, con Cédula de Identidad N° 1.326.957 y Secretario General Edgar Ramón Arzamendia Galeano con Cedula de Identidad Nº 2.222.586, denominada en adelante la CONTRATANTE, por una parte, y, por la otra, la firma **MVZ Ingeniería**, domiciliada en Calle Gonzalo Bulnes N° 182 entre Mcal. López y Guido Spano de la, ciudad de Asunción República del Paraguay, representado para este acto por el Sr. Miguel Vicente Zarate, con Cédula de Identidad N° 1.043.274, denominada en adelante el PROVEEDOR, denominadas en conjunto "LAS PARTES" e, individualmente, "PARTE", acuerdan celebrar el presente "Contrato de **CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL - PLURIANUAL - LPN N° 07/19**", el cual estará sujeto a las siguientes cláusulas y condiciones:

## 1. OBJETO.

El presente Contrato tiene por objeto establecer los derechos y obligaciones que asumen la CONTRATANTE y El PROVEEDOR/A, con relación a la "**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL- PLURIANUAL**", que seguidamente se detallan y se regirán por estas Cláusulas y las contenidas en la ley relativa a la materia

## 2. DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL CONTRATO.

Los documentos contractuales firmados por las partes y que forman parte integral del Contrato son los siguientes:

(a) Contrato;
(b) El Pliego de Bases y Condiciones y sus Adendas o modificaciones;
(c) Las Instrucciones al Oferente (IAO) y las Condiciones Generales del Contrato (CGC) publicadas en el portal de Contrataciones Públicas;
(d) Los datos cargados en el SICP (reporte);
(e) La oferta del Proveedor;
(f) La resolución de adjudicación del Contrato emitida por la Contratante y su respectiva notificación;

Los documentos que forman parte del Contrato deberán considerarse mutuamente explicativos; en caso de contradicción o discrepancia entre los mismos, la prioridad se dará en el orden enunciado anteriormente, siempre que no contradigan las disposiciones del Pliego de Bases y Condiciones, en cuyo caso prevalecerá lo dispuesto en este.

## 3. IDENTIFICACIÓN DEL CRÉDITO PRESUPUESTARIO PARA CUBRIR EL COMPROMISO DERIVADO DEL CONTRATO (Art. 37, a de la Ley N° 2051).

El crédito presupuestario para cubrir el compromiso derivado del presente Contrato está previsto conforme al Certificado de Disponibilidad Presupuestaria vinculado al Programa Anual de Contrataciones (PAC) con el ID N° 370647.

## 4. PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN (Art. 37, b de la Ley N° 2051)

El presente contrato es el resultado del procedimiento de LPN N°07/2.019, convocado por el Gobierno Departamental de San Pedro, según resolución N°3373/19. La adjudicación fue realizada por Resolución N° 3951/19.

MVZ INGENIERIA

GOBERNACIÓN DE SAN PEDRO II DEPARTAMENTO SECRETARIA GENERAL

GOBERNACIÓN DE SAN PEDRO Segundo Departamento Gobernador

MVZ INGENIERIA

5. VIGENCIA DEL CONTRATO

5.1. El plazo de vigencia de este Contrato será desde la firma hasta el cumplimiento total de las obligaciones con el otorgamiento de la recepción definitiva de las obras.

6. PRECIO UNITARIO Y EL IMPORTE TOTAL A PAGAR POR LAS OBRAS (Art. 37 c de la Ley N° 2051)

| | | | | 4-MVZ Ingenieria | |
|---|---|---|---|---|---|
| Items | Descripción | Cantidad | Unidad de Medida | Precio Unitario | Precio Total |
| 1 | Cartel y Señalizacion de obra | 1 | GL | 2.238.436 | 2.238.436 |
| 2 | Remoción y reposicion de pavimento asfaltico. (con retiro de material exedente) | 3.625 | M2 | 119.271 | 432.357.375 |
| 3 | Remocion y reposicion de empedrado (con retiro del material exedente | 744 | M2 | 28.130 | 20.928.720 |
| 4 | Construcción de pavimento tipo empedrado nuevo | 4.150 | M2 | 59.505 | 246.945.750 |
| 5 | Cordones prefabricados de H° (0,40*0,50*0,10m) | 1.036 | ML | 32.014 | 33.230.532 |
| 6 | Excavacion para sumideros, registros y celulares de conexion | 1.351 | M3 | 21.638 | 29.232.938 |
| 7 | Excavacion para celulares de colector principal | 11.595 | M3 | 26.227 | 304.102.065 |
| 8 | Relleno y compactacion en zanjas en capas (incluye utilizacion de sapito compactador) | 9.244 | M3 | 48.686 | 450.053.384 |
| 9 | SM1 | 43 | Unidad | 1.935.056 | 83.207.408 |
| 10 | SM2 | 5 | Unidad | 3.282.750 | 16.413.750 |
| 11 | RG1 | 2 | Unidad | 3.912.545 | 7.825.090 |
| 12 | RG2 | 3 | Unidad | 7.050.162 | 21.150.486 |
| 13 | RG3 | 7 | Unidad | 16.513.640 | 115.595.480 |
| 14 | CG1 (1,00X0,70) metros | 415 | ML | 1.506.799 | 625.321.585 |
| 15 | CG2 (1,5X0,85) metros | 79 | ML | 2.075.927 | 163.998.233 |
| 16 | CG3 (2,00X1,60) metros | 173 | ML | 2.657.167 | 459.689.891 |
| 17 | CG4 (2,00X1,60) metros | 312 | ML | 2.830.565 | 883.136.280 |
| 18 | Canal de piedra bruta colocada 1.20x1.50m | 635 | Metros | 984.912 | 622.401.520 |
| 19 | Cuneta revestida de H° | 2.414 | ML | 111.285 | 268.641.990 |
| 20 | Monolito y placa recordatoria | 1 | Unidad | 3.730.727 | 3.730.727 |
| 21 | Limpieza final para entrega | 1 | GL | 9.698.360 | 9.698.360 |
| | Precio Total | | | | 4.999.900.000 |

**Precio Total es de Gs. 4.999.900.000., (guaraníes cuatro mil novecientos noventa y nueve millones novecientos mil).**

7. PLAZO, LUGAR Y CONDICIONES DE LA OBRA (Art. 37 d de la Ley N° 2051).

Construcción de Sistema de Desagüe Pluvial será en el Barrio San José, sobre la calle Independencia Nacional – Centro Urbano de la ciudad de San Pedro de Ycuamandyyú y el Plazo de ejecución se haya prevista en las Condiciones Generales y especiales del contrato

MVZ INGENIERIA

GOBERNACION DE SAN PEDRO II DEPARTAMENTO SALA GENERAL

GOBERNACION DE SAN PEDRO Segundo Departamento Gobernador

MVZ INGENIERIA

8. ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO.
La administración del contrato estará a cargo de: Secretaria de Obras Públicas del Gobierno Departamental de San Pedro

9. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS (Art. 37 e de la Ley N° 2051).
El Programa de ejecución de los trabajos es el establecido en la Oferta conforme con las Condiciones Generales y Especiales del Contrato.

10. PORCENTAJE, NÚMERO Y FECHAS DE ENTREGA DE ANTICIPOS Y AMORTIZACIONES (Art. 37 f, Ley N° 2051).
El porcentaje, número y fechas de entrega de anticipos y amortizaciones son los determinados en las Condiciones Especiales y Generales del Contrato.

11. FORMA Y TÉRMINOS PARA GARANTIZAR LOS ANTICIPOS Y EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO (Art. 37 g, Ley N° 2051).
(Indicar la forma y los términos para garantizar los anticipos y el cumplimiento del contrato conforme con lo establecido en las Condiciones Generales y Especiales del Contrato).

12. MULTAS (Art. 37 i, Ley N° 2051).
Las multas por atraso serán aplicadas conforme con las Condiciones Especiales y Generales del Contrato.

13. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS (Art. 37 j, Ley N° 2051).
Construcción de Sistema de Desagüe Pluvial- Plurianual

14. CAUSALES Y PROCEDIMIENTO PARA SUSPENDER TEMPORALMENTE, DAR POR TERMINADO ANTICIPADAMENTE O RESCINDIR EL CONTRATO (Art. 37 k, Ley N° 2051).
Las causales y el procedimiento para suspender temporalmente, dar por terminado en forma anticipada o rescindir el contrato, son las establecidas en la Ley N° 2051/03 y en las Condiciones Generales del Contrato.

15. ANULACIÓN DE LA ADJUDICACIÓN POR PARTE DE LA D.N.C.P.
Si la Dirección Nacional de Contrataciones Públicas resolviera anular la adjudicación de la Contratación debido a la procedencia de una protesta o investigación instaurada en contra del procedimiento, y si dicha nulidad afectara al Contrato ya suscrito entre las partes, el Contrato o la parte del mismo que sea afectado por la nulidad quedará automáticamente sin efecto, de pleno derecho, a partir de la comunicación oficial realizada por la D.N.C.P., debiendo asumir las partes las responsabilidades y obligaciones derivadas de la parte ejecutada del contrato.

16. SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS (Art. 37 l, Ley N° 2051)
Cualquier diferencia que surja durante la ejecución del contrato se dirimirá conforme con las reglas establecidas en la Ley N° 2051 y en las Condiciones Generales y Especiales del Contrato
Para la ejecución del laudo arbitral o para dirimir cuestiones que no sean arbitrables, las Partes establecen la competencia de los tribunales de la ciudad de Asunción, República del Paraguay.

GOBERNACIÓN DE SAN PEDRO II DEPARTAMENTO SECRETARIA GENERAL

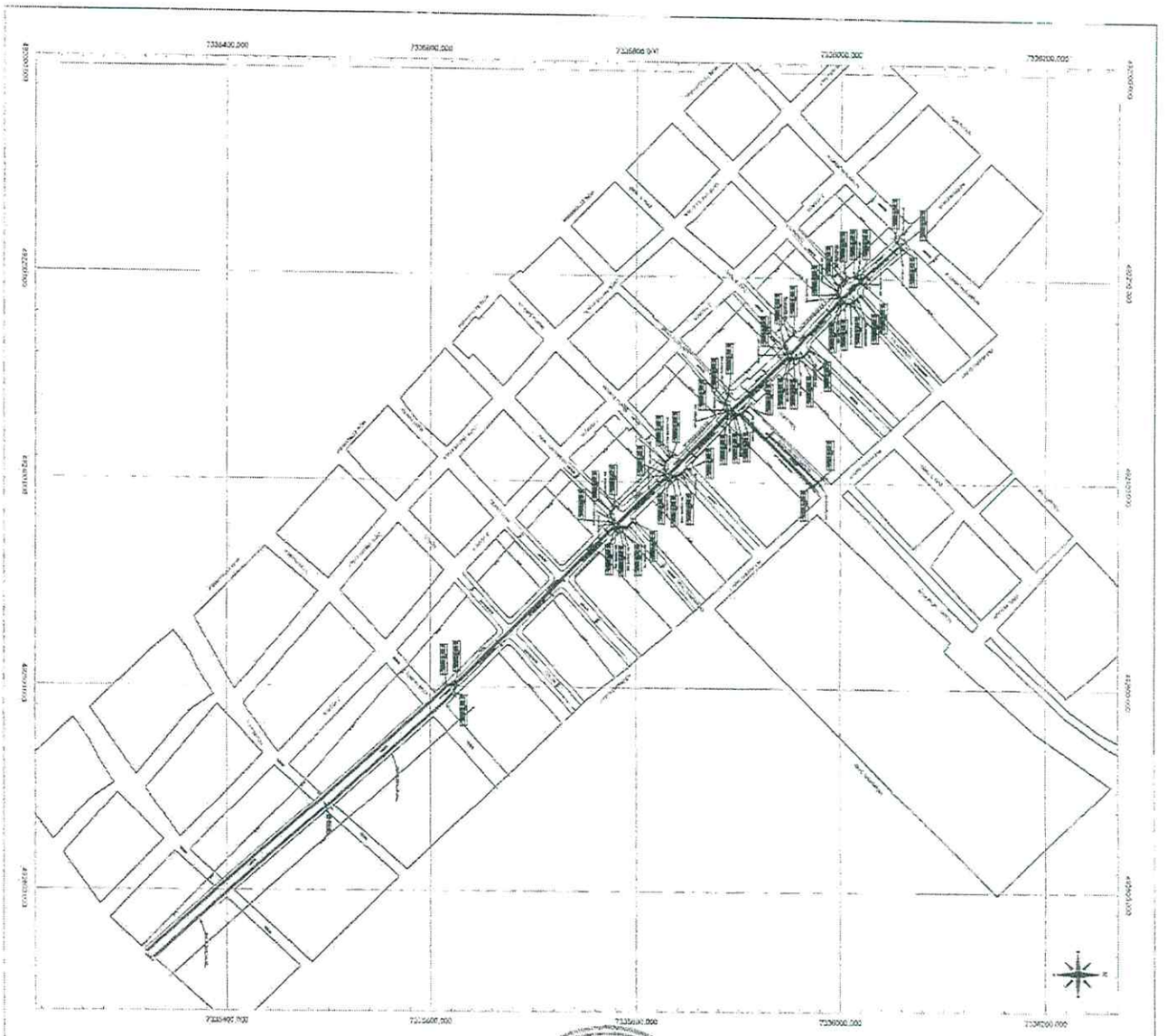
GOBERNACIÓN DE SAN PEDRO Segundo Departamento Gobernador

EN TESTIMONIO de conformidad se suscriben 2 (dos) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto en la Ciudad de San Pedro de Ycuamandyyú, República del Paraguay a los 29 días del mes de noviembre del año 2019.

Lic. Edgar Ramón Arzamendia Galeano
Secretario General

Dr. Carlos Alcibíades Giménez Díaz
Gobernador de San Pedro

Miguel Vicente Zarate
MVZ Ingeniería
RUC N° 1047274-4


7336400.000
7336600.000
7336800.000
7337000.000
7337200.000
7337400.700
7337600.000
7337800.000
7338000.000
7338200.000
4329000.000
4329200.000
4329400.000
4329600.000
4329800.000
4330000.000
4330200.000
4330400.000
4330600.000
4330800.000
4331000.000
4331200.000
4331400.000
4331600.000
4331800.000
4332000.000
4332200.000
4332400.000
4332600.000
4332800.000
4333000.000
4333200.000
4333400.000
4333600.000
4333800.000
4334000.000
4334200.000
4334400.000
4334600.000
4334800.000
4335000.000
4335200.000
4335400.000
4335600.000
4335800.000
4336000.000
4336200.000
4336400.000
4336600.000
4336800.000

# DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE SAN PEDRO DE YCUAMANDIYÚ

REVISIÓN DEL PROYECTO

## MEMORIA DE INGENIERÍA

JUNIO, 2019

# 1. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo del proyecto es solucionar los problemas de drenaje de la ciudad de San Pedro de Ycuamandiyú; en este caso particular, se busca solucionar los problemas de inundación en la zona céntrica de la ciudad, principalmente de la calle Antequera, pero considerando los aportes de las calles transversales.

La zona de proyecto abarca básicamente la calle Antequera, desde la calle Florentín Almirón, hasta la calle 1º de Marzo. En general, la ciudad presenta una topografía bastante plana, con una depresión hacia el centro de la ciudad. Ello hace que, con el fin de desagotar las aguas pluviales, se deba diseñar un colector en contrapendiente, que atraviese la zona más elevada, a la altura de la calle General Samaniego, para luego descargar hacia la zona más baja, hacia la llanura de inundación del Rio Jejuí.

# 2. DATOS DE PARTIDA

Se cuenta con un proyecto desarrollado para la Gobernación del Departamento de San Pedro, el cual es revisado en este estudio, a pedido de la misma Gobernación.

El área original del proyecto ha sido reducida a la calle Antequera y a un tramo de la Avenida Pedro García, a solicitud del Contratante. El drenaje hasta el colector principal de la calle Antequera se realizará mediante cordones cuneta, y se captará en las calles transversales, mediante sumideros.

## 2.1 Base topográfica

El proyecto antes mencionado cuenta con curvas de nivel que abarcan parte de la ciudad. Se han realizado además relevamientos topográficos adicionales, que consistieron en la revisión de las cotas en las esquinas de la ciudad.

Se han descargado además datos del modelo digital global de elevaciones ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), datos de uso público, con resolución de 1 arco de segundo. Esta resolución resulta insuficiente para una zona relativamente plana, sin embargo da una idea de las microcuencas de la ciudad.

La *Figura 1* muestra las microcuencas trazadas a partir del modelo de elevaciones ASTER. La zona donde se ha solicitado trazar el colector principal se indica en trazo rojo. Se aprecian dos líneas de drenaje (trazos azules): una se dirige hacia el sur este de la ciudad, sin una descarga muy clara, mientras que la otra se dirige hacia el sur oeste, con pendiente más pronunciada hacia la llanura de inundación del río Jejuí. Se observa también una microcuenca en color blanco (en el centro del área de estudio) que no tiene un desagüe claro, y que sería la zona más problemática en tiempo de lluvias.

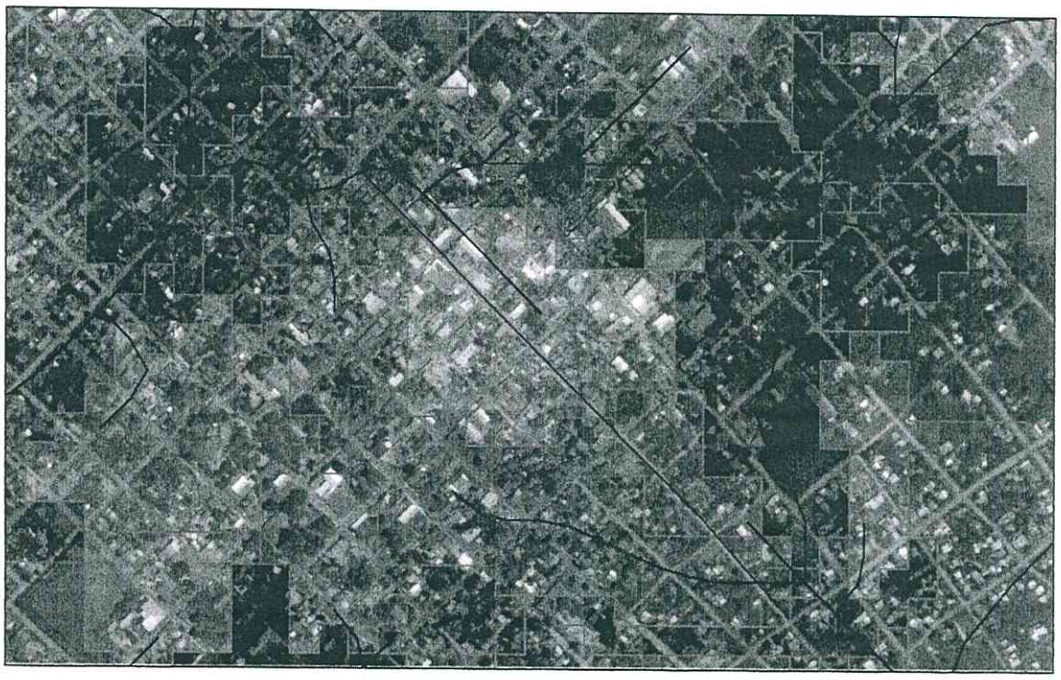


*Figura 1. Cuencas trazadas en base al DEM ASTER*

Tomando como base estas cuencas, fueron a su vez definidas las micro cuencas de aporte a las galerías, cuyo caudal ingresará al sistema a través de los sumideros; dicho caudal a su vez, se emplea para dimensionar cada uno de los sumideros de la red.
En la *Figura 2* se observan las micro cuencas de drenaje trazadas.

## 2.2 Datos de precipitación

No habiendo datos específicos para la ciudad de San Pedro, se ha empleado la curva IDF de la Tesis de Grado de Cuevas y Rolón[1] desarrolladas para la ciudad de Concepción, cuya ecuación es la siguiente:

$$i\ (mm/h) = \frac{(1.533,69)(T_r)^{0,20293}}{(t+14)^{0,82081}}$$

Donde: Tr: es el periodo de retorno del evento en estudio (en años), y
t: es el tiempo de concentración (en minutos)

Para un periodo de retorno de 10 años, la curva IDF toma la forma que se indica en la *Figura 3*.

[1] Actualización de las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de Precipitación en el Paraguay. Tesis de grado de la Facultad de Ingeniería UNA. Luis Cuevas y Angel Rolón. Año 2010.

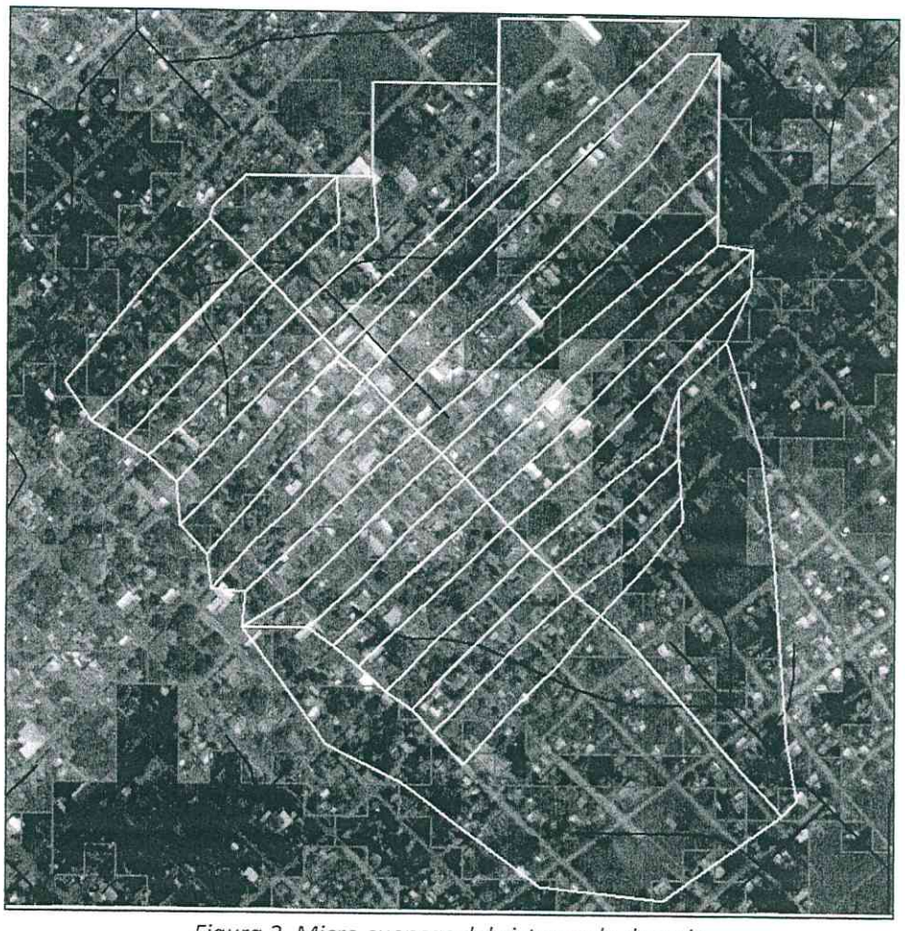


*Figura 2. Micro cuencas del sistema de drenaje*

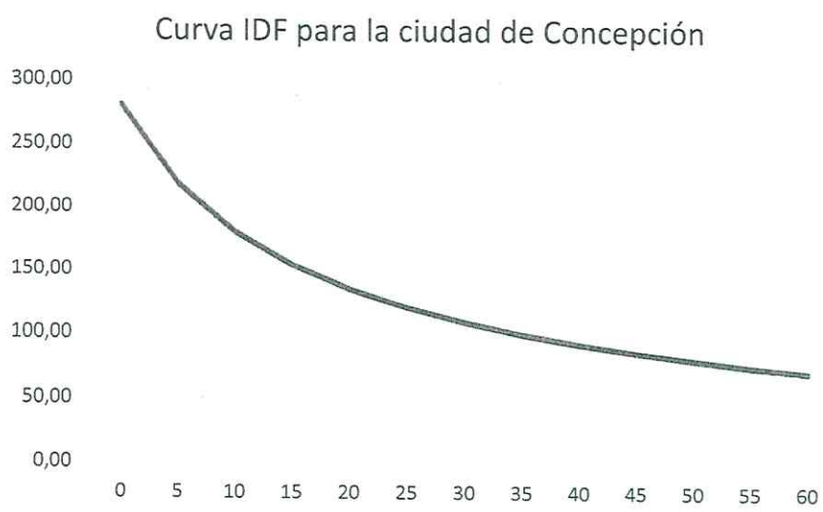



*Figura 3. Curva IDF para la ciudad de Concepción, para Tr= 10 años.*
*Fuente: elaboración propia en base a datos de Cuevas&Rolón, 2010.*

## 2.3 Parámetros hidrológicos

### 2.3.1 Periodo de retorno (Tr)

En general, para las zonas urbanas, el periodo de retorno se considera entre 5 y 50 años, dependiendo de las normas adoptadas y de la importancia del proyecto. En nuestro país no existen normas al respecto, pero el Municipio de la Ciudad de Asunción ha adoptado inicialmente un Tr de 10 años para los proyectos y últimamente lo ha elevado a 25 años, debido a las desastrosas consecuencias que traen las inundaciones a la ciudad.

Para este proyecto, se ha adoptado un Tr de 10 años, pero incorporando como parámetro de seguridad adicional que las tuberías trabajen con un 10% de la altura libre. A los efectos del correcto funcionamiento de las obras, las alcantarillas deberán ser objeto de limpieza y mantenimiento periódico, de manera a evitar obstrucciones en las mismas a consecuencia de las basuras y objetos sólidos que podrían llegar a las mismas.

### 2.3.2 Coeficiente de escorrentía (C)

Representa la fracción del agua de lluvia que genera escorrentía superficial una vez que el suelo se haya saturado por completo. Una determinación precisa de este coeficiente puede realizarse mediante la clasificación del tipo y uso de suelo, lo último si se cuenta con imágenes satelitales o aéreas con buena resolución.

A falta de estos datos, pueden usarse parámetros recomendados en los textos, en cuyo caso es conveniente considerar las condiciones más desfavorables, por seguridad. En la *Figura 4*, tomada de Aparicio et al (1999)[2], se muestran coeficientes de escorrentía recomendados por el autor para diferentes usos de suelo. Para este estudio se adopta un coeficiente de escorrentía de 0.65, cercano al máximo recomendado por el autor para "vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas". Si bien esta no es la situación actual de la ciudad, la adopción de este coeficiente, como se ha mencionado, se realiza por seguridad, y previendo una densificación de las edificaciones a futuro.

### 2.3.3 Tiempo de concentración (t)

Para el presente estudio se utiliza la fórmula de Kirpich, publicada por el US Bureau of Conservation, la cual se representa en la siguiente ecuación:

$$Tc = 0.945 \times L^{3} \times Dh^{0.385}$$

Donde:
- Tc: es el tiempo de concentración en horas
- L: es la longitud de escurrimiento en km
- Dh: es el desnivel en metros

[2] Fundamentos de Hidrología de Superficie. Aparicio. Año 1999.

| Tipo de superficie | Coeficiente de escorrentía | |
|---|---|---|
| | Mínimo | Máximo |
| Zona comercial | 0.70 | 0.95 |
| Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas | 0.50 | 0.70 |
| Zonas residenciales unifamiliares | 0.30 | 0.50 |
| Zonas residenciales multifamiliares espaciadas | 0.40 | 0.60 |
| Zonas residenciales multifamiliares densas | 0.60 | 0.75 |
| Zonas residenciales semiurbanas | 0.25 | 0.40 |
| Zonas industriales espaciadas | 0.50 | 0.80 |
| Zonas industriales densas | 0.60 | 0.90 |
| Parques | 0.10 | 0.25 |
| Zonas deportivas | 0.20 | 0.35 |
| Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril | 0.20 | 0.40 |
| Zonas suburbanas | 0.10 | 0.30 |
| Calles asfaltadas | 0.70 | 0.95 |
| Calles hormigonadas | 0.70 | 0.95 |
| Calles adoquinadas | 0.70 | 0.85 |
| Aparcamientos | 0.75 | 0.85 |
| Techados | 0.75 | 0.95 |
| Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%) | 0.05 | 0.10 |
| Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias) | 0.10 | 0.15 |
| Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%) | 0.15 | 0.20 |
| Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%) | 0.13 | 0.17 |
| Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias) | 0.18 | 0.22 |
| Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%) | 0.25 | 0.35 |

*Figura 4. Coeficientes de escorrentía para diferentes superficies.*
*Fuente: Aparicio, 1999.*

### 2.3.4 Transformación Precipitación - Escorrentía

Tratándose de cuencas pequeñas, de superficie menor a 1 km2, en este estudio se ha adoptado el "Método Racional" para transformación de la lluvia en escorrentía; el caudal de escorrentía está dado por la siguiente fórmula:

$$Q = C\,I\,A\ /\ 360$$

Donde:
- Q: es el caudal en m3/s
- C: es el coeficiente de escorrentía adimensional
- I: es la intensidad de la precipitación para el periodo de retorno seleccionado en mm/h
- A: es el para de la cuenca para la cual se determina el caudal de diseño en Hás

En Anexo I se incluye una tabla con los parámetros de cálculo de las micro cuencas y los caudales resultantes.

# 3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

## 3.1 Definición de parámetros hidráulicos

Una vez determinado el caudal de diseño para cada cuenca y sub-cuenca se realizó el cálculo hidráulico a fin de determinar las estructuras del sistema de desagüe pluvial.

Se utilizó la fórmula de Manning en el cálculo de las alcantarillas o galería colectoras, con los siguientes parámetros:

n = coeficiente de rugosidad 0.013 para el hormigón y 0.015 para los canales de piedra bruta

He = 90 %de la altura del tirante

Para dimensionar las galerías se consideró como altura efectiva (He) una lámina de agua igual al 90 % de la altura de la galería, dejando así un borde libre de 10 %. Si bien este es un factor de seguridad adoptado para el diseño, el mismo es relativamente bajo, por lo cual se hace énfasis en que las obras de drenaje deben ser limpiadas y mantenidas periódicamente, a los efectos de evitar taponamientos parciales o totales por efectos de las basuras u otros materiales sólidos que puedan ingresar al sistema por los sumideros.

## 3.2 Tipología de las estructuras de la red

El proyecto se desarrolla por completo en área urbana, por lo cual se adoptan las siguientes estructuras:

- Captación: mediante sumideros mixtos (de ventana y rejilla)
- Registros de inspección y limpieza: en todas las conexiones entre estructuras, cambios de dirección o sección de las galerías
- Conducción: mediante galerías colectoras de hormigón armado, de sección rectangular.
- La conducción final se realiza mediante un canal de piedra bruta colocada, con fondo de hormigón, hasta la descarga a canales existentes, conforme solicitado por el contratante.

En el cálculo inicial se adoptaron las alcantarillas tipo del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), definidas en el Manual de Carreteras del Paraguay. Sin embargo, debido a la excesiva profundidad de la red en la zona de trasvase de la cuenca, se optó por emplear secciones con mayor ancho que alto, adoptándose para ello las estructuras empleadas en la obra de "Tratamiento Costero de la Ciudad de Encarnación", construidas por la Entidad Binacional Yacyreta (EBY).

Se tomó por ello como base de cálculo, el estudio realizado por Álvarez et al (2007)[3]

## 3.3 Resultados del cálculo hidráulico

Se incluyen a continuación las planillas de cálculo de las galerías.

[3] Tratamiento Costero de la Ciudad de Encarnación - Realización de Estudios que profundicen el Proyecto Ejecutivo Aprobado por la EBY. Proyecto Ejecutivo – Sistema de Desagüe Pluvial. María del Carmen Álvarez et al. Año 2007

# ANEXO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# PARÁMETROS DE LAS MICRO CUENCAS Y CÁLCULO DE CAUDALES

| SUB CUENCA | AREA APORTE | | LONG ESC | COTA SUP | COTA INF | DESNIVEL | ANCHO | PENDIENTE | Tc (Kirpich) | Tc Adoptado | I (p/ Tr 10) | I (p/ Tr 25) | Coef C | Q para Tr 10 (m3/s) | Q para Tr 25 (m3/s) | Sumidero |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (m2) | (Ha) | (m) | (m) | (m) | (m) | MEDIO | MEDIA | (min) | (min) | (mm/h) | (mm/h) | (adim) | (m3/s) | (m3/s) | Tipo |
| 1 | 8 203 | 0.82 | 178.20 | 87.50 | 87.00 | 0.50 | 46.03 | 0.28% | 10.10 | 10.10 | 179.60 | 216.30 | 0.65 | 0.27 | 0.32 | SM1 |
| 2 | 5 295 | 0.53 | 136.40 | 88.50 | 88.00 | 0.50 | 38.82 | 0.37% | 7.42 | 10.00 | 180.21 | 217.04 | 0.65 | 0.17 | 0.21 | SC2 |
| 3 | 8 110 | 0.81 | 207.90 | 88.00 | 87.50 | 0.50 | 39.01 | 0.24% | 12.07 | 12.07 | 168.39 | 202.81 | 0.65 | 0.25 | 0.30 | SM1 |
| 4 | 30 542 | 3.05 | 392.70 | 88.50 | 88.00 | 0.50 | 77.77 | 0.13% | 25.15 | 25.15 | 120.59 | 145.23 | 0.65 | 0.66 | 0.80 | SM2 |
| 5 | 32 483 | 3.25 | 568.70 | 90.00 | 88.00 | 2.00 | 57.12 | 0.35% | 22.62 | 22.62 | 127.38 | 153.41 | 0.65 | 0.75 | 0.90 | SM2 |
| 6 | 18 879 | 1.89 | 646.80 | 89.50 | 88.00 | 1.50 | 29.19 | 0.23% | 29.32 | 29.32 | 110.97 | 133.65 | 0.65 | 0.38 | 0.46 | SM1 |
| 7 | 28 671 | 2.87 | 644.60 | 89.50 | 88.00 | 1.50 | 44.48 | 0.23% | 29.21 | 29.21 | 111.22 | 133.94 | 0.65 | 0.58 | 0.69 | SM2 |
| 8 | 28 825 | 2.88 | 668.80 | 90.00 | 88.00 | 2.00 | 43.10 | 0.30% | 27.28 | 27.28 | 115.46 | 139.05 | 0.65 | 0.60 | 0.72 | SM2 |
| 9 | 19 927 | 1.99 | 547.80 | 90.00 | 88.00 | 2.00 | 36.38 | 0.37% | 21.67 | 21.67 | 130.18 | 156.79 | 0.65 | 0.47 | 0.56 | SM1 |
| 10 | 15 427 | 1.54 | 492.80 | 89.50 | 88.00 | 1.50 | 31.30 | 0.30% | 21.42 | 21.42 | 130.93 | 157.68 | 0.65 | 0.36 | 0.44 | SM1 |
| 11 | 15 813 | 1.58 | 463.10 | 90.50 | 88.50 | 2.00 | 34.15 | 0.43% | 17.85 | 17.85 | 142.87 | 172.07 | 0.65 | 0.41 | 0.49 | SM1 |
| 12 | 16 687 | 1.67 | 501.60 | 90.00 | 88.00 | 2.00 | 33.27 | 0.40% | 19.57 | 19.57 | 136.82 | 164.78 | 0.65 | 0.41 | 0.50 | SM1 |
| 13 | 13 441 | 1.34 | 456.50 | 90.00 | 89.00 | 1.00 | 29.44 | 0.22% | 22.92 | 22.92 | 126.54 | 152.40 | 0.65 | 0.31 | 0.37 | SM1 |
| 14 | 8 124 | 0.81 | 320.10 | 90.00 | 89.50 | 0.50 | 25.38 | 0.16% | 19.86 | 19.86 | 135.84 | 163.60 | 0.65 | 0.20 | 0.24 | SC2 |
| 15 | 7 284 | 0.73 | 228.80 | 90.00 | 89.00 | 1.00 | 31.84 | 0.44% | 10.32 | 10.32 | 178.25 | 214.68 | 0.65 | 0.23 | 0.28 | SC2 |
| 16 | 4 840 | 0.48 | 188.10 | 90.00 | 89.00 | 1.00 | 25.73 | 0.53% | 8.23 | 10.00 | 180.21 | 217.04 | 0.65 | 0.16 | 0.19 | SC2 |
| 17 | 62 387 | 6.24 | 651.20 | 89.50 | 80.00 | 9.50 | 95.80 | 1.46% | 14.52 | 14.52 | 156.41 | 188.37 | 0.65 | 1.76 | 2.12 | canal |
| 18 | 17 670 | 1.77 | 311.30 | 89.00 | 87.50 | 1.50 | 56.76 | 0.48% | 12.60 | 12.60 | 165.61 | 199.46 | 0.65 | 0.53 | 0.64 | SM2 |
| 19 | 11 475 | 1.15 | 297.00 | 91.00 | 88.00 | 3.00 | 38.64 | 1.01% | 9.14 | 10.00 | 180.21 | 217.04 | 0.65 | 0.37 | 0.45 | SM1 |
| 20 | 10 237 | 1.02 | 295.90 | 90.00 | 88.00 | 2.00 | 34.60 | 0.68% | 10.64 | 10.64 | 176.37 | 212.41 | 0.65 | 0.33 | 0.39 | SM1 |
| 21 | 10 183 | 1.02 | 287.10 | 90.50 | 88.00 | 2.50 | 35.47 | 0.87% | 9.43 | 10.00 | 180.21 | 217.04 | 0.65 | 0.33 | 0.40 | SM1 |
| 22 | 10 010 | 1.00 | 287.10 | 90.50 | 88.00 | 2.50 | 34.87 | 0.87% | 9.43 | 10.00 | 180.21 | 217.04 | 0.65 | 0.33 | 0.39 | SM1 |
| 23 | 12 265 | 1.23 | 325.60 | 90.50 | 89.00 | 1.50 | 37.67 | 0.46% | 13.27 | 13.27 | 162.26 | 195.42 | 0.65 | 0.36 | 0.43 | SM1 |

| SUB CUENCA | AREA APORTE | | LONG ESC | COTA SUP | COTA INF | DESNIVEL | ANCHO | PENDIENTE | Tc (Kirpich) | Tc Adoptado | I (p/ Tr 10) | I (p/ Tr 25) | Coef C | Q para Tr 10 (m3/s) | Q para Tr 25 (m3/s) | Sumidero |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (m2) | (Ha) | (m) | (m) | (m) | (m) | MEDIO | MEDIA | (min) | (min) | (mm/h) | (mm/h) | (adim) | (m3/s) | (m3/s) | Tipo |
| 24 | 11 421 | 1.14 | 320.10 | 90.50 | 89.00 | 1.50 | 35.68 | 0.47% | 13.01 | 13.01 | 163.54 | 196.95 | 0.65 | 0.34 | 0.41 | SM1 |
| 25 | 11 450 | 1.15 | 347.60 | 90.50 | 89.00 | 1.50 | 32.94 | 0.43% | 14.31 | 14.31 | 157.35 | 189.50 | 0.65 | 0.33 | 0.39 | SM1 |
| 26 | 12 437 | 1.24 | 323.40 | 90.50 | 89.00 | 1.50 | 38.46 | 0.46% | 13.17 | 13.17 | 162.77 | 196.03 | 0.65 | 0.37 | 0.44 | SM1 |
| 27 | 12 119 | 1.21 | 297.00 | 90.50 | 88.50 | 2.00 | 40.80 | 0.67% | 10.68 | 10.68 | 176.10 | 212.09 | 0.65 | 0.39 | 0.46 | SM1 |
| 28 | 9 701 | 0.97 | 295.90 | 90.00 | 88.50 | 1.50 | 32.78 | 0.51% | 11.88 | 11.88 | 169.37 | 203.98 | 0.65 | 0.30 | 0.36 | SM1 |
| 29 | 9 669 | 0.97 | 289.30 | 90.50 | 89.50 | 1.00 | 33.42 | 0.35% | 13.53 | 13.53 | 160.99 | 193.89 | 0.65 | 0.28 | 0.34 | SM1 |
| 30 | 10 484 | 1.05 | 279.40 | 90.50 | 89.50 | 1.00 | 37.52 | 0.36% | 13.00 | 13.00 | 163.60 | 197.03 | 0.65 | 0.31 | 0.37 | SM1 |
| 31 | 8 510 | 0.85 | 271.70 | 90.00 | 89.50 | 0.50 | 31.32 | 0.18% | 16.44 | 16.44 | 148.27 | 178.57 | 0.65 | 0.23 | 0.27 | SC2 |
| 32 | 8 912 | 0.89 | 268.40 | 90.00 | 89.50 | 0.50 | 33.20 | 0.19% | 16.21 | 16.21 | 149.20 | 179.69 | 0.65 | 0.24 | 0.29 | SC2 |
| 33 | 11 765 | 1.18 | 275.00 | 89.00 | 87.50 | 1.50 | 42.78 | 0.55% | 10.92 | 10.92 | 174.73 | 210.44 | 0.65 | 0.37 | 0.45 | SM1 |
| 34 | 101 314 | 10.13 | 794.20 | 91.00 | 80.00 | 11.00 | 127.57 | 1.39% | 17.26 | 17.26 | 145.06 | 174.71 | 0.65 | 2.65 | 3.20 | canal |
| **TOTAL** | **604 560** | **60.46** | | | | | | | | | | | | | | |

INGENIERIA

# CÁLCULO DE LAS GALERÍAS COLECTORAS

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAUDAL DE DISEÑO** | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal de aporte | | | | 0.17 | | 0.91 | 1.13 | 1.38 | 0.83 | 0.82 | 0.51 | 0.39 | | 1.76 |
| | | | | 0.37 | | 0.66 | 0.69 | 0.66 | 0.77 | 0.58 | 0.54 | 0.61 | | |
| **Caudal de Diseño** | **Q** | **(m3/s)** | | **0.55** | **0.55** | **2.11** | **3.92** | **5.96** | **7.57** | **8.97** | **10.01** | **11.01** | **5.51** | **7.27** |
| **ALCANTARILLAS CELULARES - GALERÍAS COLECTOR** | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | | | | A-B | B-C | C-D | D-E | E-F | F-G | G-H | H-I | I-J | J-K1 | Canal K1-L1 |
| Tipo de Galería Colectora | | | | **GC1** | **GC1** | **GC2** | **GC3** | **GC3** | **GC4** | **GC4** | **GC4** | **GC4** | **GC2** | **1.2x1.5** |
| Base | B | (m) | | 1.00 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.50 | 1.20 |
| Altura de la Galería | H | (m) | | 0.70 | 0.70 | 0.85 | 1.10 | 1.10 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 0.85 | 1.50 |
| Profundidad efectiva | y | (m) | | 0.63 | 0.63 | 0.77 | 0.99 | 0.99 | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 0.77 | 1.35 |
| Pendiente mínima necesaria | Sm | m/m | | 0.0007 | 0.0007 | 0.0021 | 0.0017 | 0.0039 | 0.0024 | 0.0033 | 0.0041 | 0.0050 | 0.0142 | 0.0146 |
| Longitud del Canal | Lc | (m) | | **51.44** | **26.58** | **70.81** | **82.19** | **82.76** | **72.70** | **52.87** | **70.05** | **88.00** | **7.61** | **11.51** |
| Desnivel | Hc | (m) | | 0.15 | 0.08 | 0.21 | 0.25 | 0.33 | 0.22 | 0.20 | 0.32 | 0.50 | 0.13 | 0.26 |
| Pendiente | Sc | m/m | | 0.0029 | 0.0030 | 0.0030 | 0.0030 | 0.0040 | 0.0030 | 0.0038 | 0.0046 | 0.0057 | 0.0171 | 0.0226 |
| Coeficiente de rugosidad | n | 0.013 | | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.015 |
| Perímetro Mojado | | | | 2.26 | 2.26 | 3.03 | 3.98 | 3.98 | 4.88 | 4.88 | 4.88 | 4.88 | 3.03 | 3.90 |
| Area Mojada | | | | 0.63 | 0.63 | 1.15 | 1.98 | 1.98 | 2.88 | 2.88 | 2.88 | 2.88 | 1.15 | 1.62 |
| Radio Hidráulico | | | | 0.28 | 0.28 | 0.38 | 0.50 | 0.50 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.38 | 0.42 |
| Velocidad | | m/s | | 1.77 | 1.80 | 2.19 | 2.66 | 3.05 | 2.98 | 3.33 | 3.66 | 4.08 | [redacted] | |
| Capacidad del canal | | m3/s | | 1.12 | 1.13 | 2.52 | 5.27 | 6.04 | 8.57 | 9.59 | 10.54 | 11.75 | 6.04 | 9.04 |
| Relación Capacidad / Q diseño | | - | | 2.05 | 2.08 | 1.19 | 1.34 | 1.01 | 1.13 | 1.07 | 1.05 | 1.07 | 1.10 | 1.24 |
| Cantidad de colectores | | - | | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| Caudal total | | m3/s | | 1.12 | 1.13 | 2.52 | 5.27 | 6.04 | 8.57 | 9.59 | 10.54 | 11.75 | 6.04 | 9.04 |
| Verificación | | | | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok |
| Froude | | | | 0.71 | 0.72 | 0.80 | 0.85 | 0.98 | 0.79 | 0.89 | 0.97 | 1.09 | 1.92 | 1.53 |
| **COTAS DEL CANAL** | | | | | | | | | | | | | | |
| Cota mínima de rasante aguas arriba | | m | | 98.47 | 98.31 | 98.23 | 98.02 | 97.76 | 97.43 | 97.20 | 96.99 | 96.66 | 95.40 | 95.92 |
| Cota de tirante aguas arriba | | m | | 97.95 | 97.79 | 97.70 | 97.46 | 97.20 | 96.82 | 96.59 | 96.38 | 96.05 | 94.87 | 95.32 |
| Cota de fondo aguas arriba | | m | | 97.32 | 97.16 | 96.93 | 96.47 | 96.21 | 95.38 | 95.15 | 94.94 | 94.61 | 94.10 | 93.97 |
| Cota mínima de rasante aguas abajo | | m | | 98.32 | 98.23 | 98.02 | 97.77 | 97.43 | 97.21 | 97.00 | 96.67 | 96.16 | 95.27 | 95.66 |
| Cota de tirante aguas abajo | | m | | 97.80 | 97.71 | 97.49 | 97.21 | 96.87 | 96.60 | 96.39 | 96.06 | 95.55 | 94.74 | 95.06 |
| Cota de fondo aguas abajo | | m | | 97.17 | 97.08 | 96.72 | 96.22 | 95.88 | 95.16 | 94.95 | 94.62 | 94.11 | 93.97 | 93.71 |
| **SUMIDEROS** | | | | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** | **G** | **H** | **I** | **J** | **K1** |
| Cota de rasante | | | | 98.17 | 98.53 | 98.71 | 99.09 | 99.79 | 99.92 | 100.28 | 100.56 | 100.07 | 95.96 | 95.67 |
| Cota de fondo superior (AA) | | | | 97.33 | 97.17 | **96.93** | **96.47** | 96.22 | **95.38** | 95.16 | 94.95 | 94.62 | 94.11 | 93.97 |
| Cota de fondo inferior (aa) | | | | 97.32 | 97.16 | 96.93 | 96.47 | 96.21 | 95.38 | 95.15 | 94.94 | 94.61 | 94.10 | 93.97 |
| Profundidad | | | | **0.85** | **1.37** | **1.78** | **2.62** | **3.58** | **4.54** | **5.13** | **5.62** | **5.46** | **1.86** | **1.70** |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAUDAL DE DISEÑO** | | | | | | | | | | | |
| Caudal de aporte | | | | | | 2.65 | | | | | |
| | | | | | | | | | 0.17 | 0.37 | 0.20 |
| **Caudal de Diseño** | **Q** | **(m3/s)** | **7.27** | | **5.51** | **8.16** | **8.16** | | **0.17** | **0.37** | **0.20** |
| **ALCANTARILLAS CELULARES - GALERÍAS COLECTOR** | | | | | | | | | | | |
| | | | Canal | | | Canal | Canal | | | | |
| Tramo | | | K1-L1 | | J-K2 | K1-L1 | K2-L2 | | A1-A | A2-A | B1-B |
| Tipo de Galería Colectora | | | **1.2x1.5** | | **GC2** | **1.2x1.5** | **1.2x1.5** | | **GC1** | **GC1** | **GC1** |
| Base | B | (m) | 1.20 | | 1.50 | 1.20 | 1.20 | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Altura de la Galeria | H | (m) | 1.50 | | 0.85 | 1.50 | 1.50 | | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Profundidad efectiva | y | (m) | 1.35 | | 0.77 | 1.35 | 1.35 | | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Pendiente minima necesaria | Sm | m/m | 0.0146 | | 0.0142 | 0.0184 | 0.0184 | | 0.0001 | 0.0003 | 0.0001 |
| Longitud del Canal | Lc | (m) | **151.66** | | **7.94** | **52.51** | **150.76** | | **6.22** | **6.22** | **6.18** |
| Desnivel | Hc | (m) | 4.54 | | 0.16 | 1.65 | 3.30 | | 0.02 | 0.02 | 0.03 |
| Pendiente | Sc | m/m | 0.0299 | | 0.0202 | 0.0314 | 0.0219 | | 0.0032 | 0.0032 | 0.0049 |
| Coeficiente de rugosidad | n | 0.013 | 0.015 | | 0.013 | 0.015 | 0.015 | | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| Perímetro Mojado | | | 3.90 | | 3.03 | 3.90 | 3.90 | | 2.26 | 2.26 | 2.26 |
| Area Mojada | | | 1.62 | | 1.15 | 1.62 | 1.62 | | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Radio Hidráulico | | | 0.42 | | 0.38 | 0.42 | 0.42 | | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| Velocidad | | m/s | | | | | | | 1.86 | 1.86 | 2.29 |
| Capacidad del canal | | m3/s | 10.40 | | 6.56 | 10.66 | 8.90 | | 1.17 | 1.17 | 1.44 |
| Relación Capacidad / Q diseño | | - | 1.43 | | 1.19 | 1.31 | 1.09 | | 6.81 | 3.14 | 7.20 |
| Cantidad de colectores | | - | **1** | | **1** | **1** | **1** | | **1** | **1** | **1** |
| Caudal total | | m3/s | 10.40 | | 6.56 | 10.66 | 8.90 | | 1.17 | 1.17 | 1.44 |
| Verificación | | | ok | | ok | ok | ok | | ok | ok | ok |
| Froude | | | 1.76 | | 2.09 | 1.81 | 1.51 | | 0.75 | 0.75 | 0.92 |
| **COTAS DEL CANAL** | | | | | | | | | | | |
| Cota mínima de rasante aguas arriba | | m | 95.66 | | 95.40 | 95.89 | 94.24 | | 98.50 | 98.50 | 98.47 |
| Cota de tirante aguas arriba | | m | 95.08 | | 94.87 | 95.29 | 93.64 | | 97.98 | 97.98 | 97.95 |
| Cota de fondo aguas arriba | | m | 93.71 | | 94.10 | 93.94 | 92.29 | | 97.35 | 97.35 | 97.32 |
| Cota mínima de rasante aguas abajo | | m | 91.12 | | 95.24 | 94.24 | 90.94 | | 98.48 | 98.48 | 98.44 |
| Cota de tirante aguas abajo | | m | 90.52 | | 94.71 | 93.64 | 90.34 | | 97.96 | 97.96 | 97.92 |
| Cota de fondo aguas abajo | | m | 89.17 | | 93.94 | 92.29 | 88.99 | | 97.33 | 97.33 | 97.29 |
| **SUMIDEROS** | | | **L1** | **M1** | **J** | **K2** | **L2** | **M2** | **A1** | **A2** | **B1** |
| Cota de rasante | | | 95.21 | 90.67 | 95.96 | 95.21 | 93.95 | 90.67 | 98.17 | 98.17 | 98.53 |
| Cota de fondo superior (AA) | | | 93.71 | 89.17 | 94.11 | 93.94 | 92.29 | 88.99 | 97.36 | 97.36 | 97.33 |
| Cota de fondo inferior (aa) | | | 93.71 | 89.17 | 94.10 | 93.94 | 92.29 | 88.99 | 97.35 | 97.35 | 97.32 |
| Profundidad | | | **1.50** | **1.50** | **1.86** | **1.27** | **1.66** | **1.68** | **0.82** | **0.82** | **1.21** |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAUDAL DE DISEÑO** | | | | | | | | | | | |
| Caudal de aporte | | | 0.20 | 0.25 | 0.66 | | 0.33 | 0.33 | | 0.75 | 0.38 |
| **Caudal de Diseño** | **Q** | **(m3/s)** | **0.20** | **0.25** | **0.91** | **0.91** | **0.33** | **0.66** | **0.66** | **0.75** | **1.13** |
| **ALCANTARILLAS CELULARES - GALERÍAS COLECTOR.** | | | | | | | | | | | |
| Tramo | | | B2-B | C1-C2 | C2-C3 | C3-C | C4-C5 | C5-C6 | C6-C | D1-D2 | D2-D3 |
| Tipo de Galería Colectora | | | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** |
| Base | B | (m) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Altura de la Galería | H | (m) | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Profundidad efectiva | y | (m) | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Pendiente mínima necesaria | Sm | m/m | 0.0001 | 0.0001 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0002 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0013 | 0.0030 |
| Longitud del Canal | Lc | (m) | **6.22** | **14.30** | **6.30** | **5.94** | **14.31** | **5.96** | **5.94** | **14.37** | **5.21** |
| Desnivel | Hc | (m) | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 |
| Pendiente | Sc | m/m | 0.0048 | 0.0035 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0035 | 0.0050 | 0.0051 | 0.0035 | 0.0058 |
| Coeficiente de rugosidad | n | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| Perímetro Mojado | | | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 |
| Area Mojada | | | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Radio Hidráulico | | | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| Velocidad | | m/s | 2.28 | 1.94 | 2.27 | 2.33 | 1.94 | 2.33 | 2.33 | 1.94 | 2.49 |
| Capacidad del canal | | m3/s | 1.44 | 1.22 | 1.43 | 1.47 | 1.22 | 1.47 | 1.47 | 1.22 | 1.57 |
| Relación Capacidad / Q diseño | | - | 7.18 | 4.96 | 1.57 | 1.61 | 3.75 | 2.23 | 2.24 | 1.63 | 1.39 |
| Cantidad de colectores | | - | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| Caudal total | | m3/s | 1.44 | 1.22 | 1.43 | 1.47 | 1.22 | 1.47 | 1.47 | 1.22 | 1.57 |
| Verificación | | | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok |
| Froude | | | 0.92 | 0.78 | 0.91 | 0.94 | 0.78 | 0.94 | 0.94 | 0.78 | 1.00 |
| **COTAS DEL CANAL** | | | | | | | | | | | |
| Cota mínima de rasante aguas arriba | | m | 98.47 | 98.40 | 98.32 | 98.26 | 98.40 | 98.32 | 98.26 | 98.88 | 98.80 |
| Cota de tirante aguas arriba | | m | 97.95 | 97.88 | 97.80 | 97.74 | 97.88 | 97.80 | 97.74 | 98.36 | 98.28 |
| Cota de fondo aguas arriba | | m | 97.32 | 97.25 | 97.17 | 97.11 | 97.25 | 97.17 | 97.11 | 97.73 | 97.65 |
| Cota mínima de rasante aguas abajo | | m | 98.44 | 98.35 | 98.29 | 98.23 | 98.35 | 98.29 | 98.23 | 98.83 | 98.77 |
| Cota de tirante aguas abajo | | m | 97.92 | 97.83 | 97.77 | 97.71 | 97.83 | 97.77 | 97.71 | 98.31 | 98.25 |
| Cota de fondo aguas abajo | | m | 97.29 | 97.20 | 97.14 | 97.08 | 97.20 | 97.14 | 97.08 | 97.68 | 97.62 |
| **SUMIDEROS** | | | **B2** | **C1** | **C2** | **C3** | **C4** | **C5** | **C6** | **D1** | **D2** |
| Cota de rasante | | | 98.53 | 98.53 | 98.71 | 98.71 | 98.53 | 98.71 | 98.71 | 99.01 | 99.09 |
| Cota de fondo superior (AA) | | | 97.33 | 97.28 | 97.20 | 97.14 | 97.28 | 97.20 | 97.14 | 97.76 | 97.68 |
| Cota de fondo inferior (aa) | | | 97.32 | 97.25 | 97.17 | 97.11 | 97.25 | 97.17 | 97.11 | 97.73 | 97.65 |
| Profundidad | | | **1.21** | **1.28** | **1.54** | **1.60** | **1.28** | **1.54** | **1.60** | **1.28** | **1.44** |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAUDAL DE DISEÑO** | | | | | | | | | | | |
| Caudal de aporte | | | | 0.33 | 0.36 | | 0.58 | 0.60 | | | |
| | | | | | | | | | | 0.20 | 0.20 |
| **Caudal de Diseño** | Q | (m3/s) | **1.13** | **0.33** | **0.69** | **0.69** | **0.58** | **1.18** | **1.18** | **1.38** | **0.20** |
| **ALCANTARILLAS CELULARES - GALERÍAS COLECTOR** | | | | | | | | | | | |
| Tramo | | | D3-D | D4-D5 | D5-D6 | D6-D | E1-E2 | E2-E3 | E3-E5 | E5-E | E4-E3 |
| Tipo de Galería Colectora | | | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** |
| Base | B | (m) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Altura de la Galería | H | (m) | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Profundidad efectiva | y | (m) | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Pendiente mínima necesaria | Sm | m/m | 0.0030 | 0.0002 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0008 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0044 | 0.0001 |
| Longitud del Canal | Lc | (m) | **7.92** | **14.37** | **5.21** | **7.92** | **14.71** | **90.80** | **10.48** | **4.88** | **12.90** |
| Desnivel | Hc | (m) | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.30 | 0.04 | 0.03 | 0.05 |
| Pendiente | Sc | m/m | 0.0038 | 0.0035 | 0.0058 | 0.0038 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0061 | 0.0039 |
| Coeficiente de rugosidad | n | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| Perimetro Mojado | | | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 |
| Area Mojada | | | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Radio Hidráulico | | | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| Velocidad | | m/s | 2.02 | 1.94 | 2.49 | 2.02 | 1.91 | 1.89 | 2.03 | 2.57 | 2.04 |
| Capacidad del canal | | m3/s | 1.27 | 1.22 | 1.57 | 1.27 | 1.21 | 1.19 | 1.28 | 1.62 | 1.29 |
| Relación Capacidad / Q diseño | | - | 1.13 | 3.75 | 2.29 | 1.86 | 2.09 | 1.01 | 1.09 | 1.18 | 6.44 |
| Cantidad de colectores | | - | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| Caudal total | | m3/s | 1.27 | 1.22 | 1.57 | 1.27 | 1.21 | 1.19 | 1.28 | 1.62 | 1.29 |
| Verificación | | | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok |
| Froude | | | 0.81 | 0.78 | 1.00 | 0.81 | 0.77 | 0.76 | 0.82 | 1.04 | 0.82 |
| **COTAS DEL CANAL** | | | | | | | | | | | |
| Cota mínima de rasante aguas arriba | | m | 98.74 | 98.88 | 98.80 | 98.74 | 98.78 | 98.72 | 98.41 | 98.36 | 99.68 |
| Cota de tirante aguas arriba | | m | 98.22 | 98.36 | 98.28 | 98.22 | 98.26 | 98.20 | 97.89 | 97.84 | 99.16 |
| Cota de fondo aguas arriba | | m | 97.59 | 97.73 | 97.65 | 97.59 | 97.63 | 97.57 | 97.26 | 97.21 | 98.53 |
| Cota mínima de rasante aguas abajo | | m | 98.71 | 98.83 | 98.77 | 98.71 | 98.73 | 98.42 | 98.37 | 98.33 | 99.63 |
| Cota de tirante aguas abajo | | m | 98.19 | 98.31 | 98.25 | 98.19 | 98.21 | 97.90 | 97.85 | 97.81 | 99.11 |
| Cota de fondo aguas abajo | | m | 97.56 | 97.68 | 97.62 | 97.56 | 97.58 | 97.27 | 97.22 | 97.18 | 98.48 |
| **SUMIDEROS** | | | **D3** | **D4** | **D5** | **D6** | **E1** | **E2** | **E3** | **E5** | **E4** |
| Cota de rasante | | | 99.09 | 99.01 | 99.09 | 99.09 | 98.49 | 98.49 | 99.74 | 99.79 | 99.74 |
| Cota de fondo superior (AA) | | | 97.62 | 97.76 | 97.68 | 97.62 | 97.64 | 97.58 | 97.27 | 97.22 | 98.54 |
| Cota de fondo inferior (aa) | | | 97.59 | 97.73 | 97.65 | 97.59 | 97.63 | 97.57 | 97.26 | 97.21 | 98.53 |
| Profundidad | | | **1.50** | **1.28** | **1.44** | **1.50** | **0.86** | **0.92** | **2.48** | **2.58** | **1.21** |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAUDAL DE DISEÑO** | | | | | | | | | | | |
| Caudal de aporte | | | 0.34 | 0.33 | | 0.47 | 0.36 | | 0.39 | 0.39 | |
| **Caudal de Diseño** | **Q** | **(m3/s)** | **0.34** | **0.66** | **0.66** | **0.47** | **0.83** | **0.83** | **0.39** | **0.77** | **0.77** |
| **ALCANTARILLAS CELULARES - GALERÍAS COLECTOR** | | | | | | | | | | | |
| Tramo | | | E6-E7 | E7-E8 | E8-E | F1-F2 | F2-F3 | F3-F | F4-F5 | F5-F6 | F6-F |
| Tipo de Galería Colectora | | | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** | **GC1** |
| Base | B | (m) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Altura de la Galería | H | (m) | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Profundidad efectiva | y | (m) | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Pendiente mínima necesaria | Sm | m/m | 0.0003 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0005 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0003 | 0.0014 | 0.0014 |
| Longitud del Canal | Lc | (m) | **13.00** | **4.98** | **4.88** | **16.47** | **6.32** | **5.70** | **9.38** | **6.21** | **5.70** |
| Desnivel | Hc | (m) | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 |
| Pendiente | Sc | m/m | 0.0038 | 0.0060 | 0.0061 | 0.0030 | 0.0047 | 0.0053 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0053 |
| Coeficiente de rugosidad | n | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| Perímetro Mojado | | | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.26 |
| Area Mojada | | | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Radio Hidráulico | | | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| Velocidad | | m/s | 2.04 | 2.55 | 2.57 | 1.81 | 2.26 | 2.38 | 2.40 | 2.28 | 2.38 |
| Capacidad del canal | | m3/s | 1.28 | 1.61 | 1.62 | 1.14 | 1.42 | 1.50 | 1.51 | 1.44 | 1.50 |
| Relación Capacidad / Q diseño | | - | 3.80 | 2.42 | 2.45 | 2.43 | 1.71 | 1.80 | 3.92 | 1.87 | 1.95 |
| Cantidad de colectores | | - | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| Caudal total | | m3/s | 1.28 | 1.61 | 1.62 | 1.14 | 1.42 | 1.50 | 1.51 | 1.44 | 1.50 |
| Verificación | | | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok |
| Froude | | | 0.82 | 1.02 | 1.04 | 0.73 | 0.91 | 0.96 | 0.96 | 0.92 | 0.96 |
| **COTAS DEL CANAL** | | | | | | | | | | | |
| Cota mínima de rasante aguas arriba | | m | 99.61 | 99.53 | 99.47 | 99.73 | 99.65 | 99.59 | 99.73 | 99.65 | 99.59 |
| Cota de tirante aguas arriba | | m | 99.09 | 99.01 | 98.95 | 99.21 | 99.13 | 99.07 | 99.21 | 99.13 | 99.07 |
| Cota de fondo aguas arriba | | m | 98.46 | 98.38 | 98.32 | 98.58 | 98.50 | 98.44 | 98.58 | 98.50 | 98.44 |
| Cota mínima de rasante aguas abajo | | m | 99.56 | 99.50 | 99.44 | 99.68 | 99.62 | 99.56 | 99.68 | 99.62 | 99.56 |
| Cota de tirante aguas abajo | | m | 99.04 | 98.98 | 98.92 | 99.16 | 99.10 | 99.04 | 99.16 | 99.10 | 99.04 |
| Cota de fondo aguas abajo | | m | 98.41 | 98.35 | 98.29 | 98.53 | 98.47 | 98.41 | 98.53 | 98.47 | 98.41 |
| **SUMIDEROS** | | | E6 | E7 | E8 | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
| Cota de rasante | | | 99.74 | 99.74 | 99.79 | 99.86 | 99.86 | 99.92 | 99.86 | 99.86 | 99.92 |
| Cota de fondo superior (AA) | | | 98.49 | 98.41 | 98.35 | 98.61 | 98.53 | 98.47 | 98.61 | 98.53 | 98.47 |
| Cota de fondo inferior (aa) | | | 98.46 | 98.38 | 98.32 | 98.58 | 98.50 | 98.44 | 98.58 | 98.50 | 98.44 |
| Profundidad | | | **1.28** | **1.36** | **1.47** | **1.28** | **1.36** | **1.48** | **1.28** | **1.36** | **1.48** |