



dica
& asociados

REGULARIZACIÓN ASENTAMIENTO LOS EUCALIPTUS – PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL MEMORIA JUSTIFICATIVA

Maldonado

Noviembre 2023

Versión 1

Índice

1.	Introducción	1
2.	Criterios de diseño y parámetros generales	3
3.	Descripción de la solución de drenaje pluvial	4
3.1.	Caudales de diseño.....	7
3.2.	Propuesta de solución.....	9

Índice de Figuras

Figura 1-1: Ubicación general.....	1
Figura 1-2: Ubicación Específica.	2
Figura 1-3: Proyecto de calles, realojos y primera etapa.	2
Figura 3-2: Descargas de los colectores pluviales proyectados.....	6
Figura 3-3: Cuencas de aporte.	7
Figura 3-4. Cobertura de suelo en manzanas tipo.	8

Índice de tablas

Tabla 3-1: Anchos de calzada y de faja para las calles proyectadas para etapa 1.	6
Tabla 3-2: Área de cuencas de drenaje.....	8
Tabla 3-3. Coeficiente de escorrentía (Fuente: V.T Chow, 1994).	8
Tabla 3-4. Coeficiente de escorrentía manzanas tipo.	9
Tabla 3-5: Caudal para $T_r=10$ años para cada cuenca de drenaje del asentamiento.	9
Tabla 3-6: Bocas de tormenta tipo Intendencia de Maldonado.	9
Tabla 3-7: Cantidad de captaciones proyectadas en etapa 1.	10
Tabla 3-9: Metraje de las tuberías por diámetro para la etapa 1.....	11
Tabla 3-10: Diseño de cunetas.....	11

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria tiene por objetivo describir la solución de drenaje pluvial adoptada para la regularización del asentamiento Los Eucaliptus, así como presentar los criterios de diseño adoptados para la misma.

La zona de actuación se encuentra en la ciudad de Maldonado, departamento de Maldonado, específicamente en el asentamiento Los Eucaliptus ubicado en Av. Luis Alberto de Herrera y Ruta 39 (ver Figura 1-1 y Figura 1-2).

El proyecto consiste en la apertura de calles nuevas y acondicionamiento de las calles existentes. A su vez, se brindará servicios de saneamiento, agua potable y drenaje pluvial.

En el proceso de apertura de calles, es necesario realojar 185 familias las cuales se ubicarán en un padrón aledaño al asentamiento, como se indica en la Figura 1-3. Esta memoria no incluye el proyecto del fraccionamiento para realojos. Las obras se plantean en al menos dos etapas, siendo la primera etapa la indicada en la Figura 1-3.



Figura 1-1: Ubicación general.

UBICACIÓN ESPECÍFICA



Figura 1-2: Ubicación Específica.

DESCRIPCIÓN PROYECTO

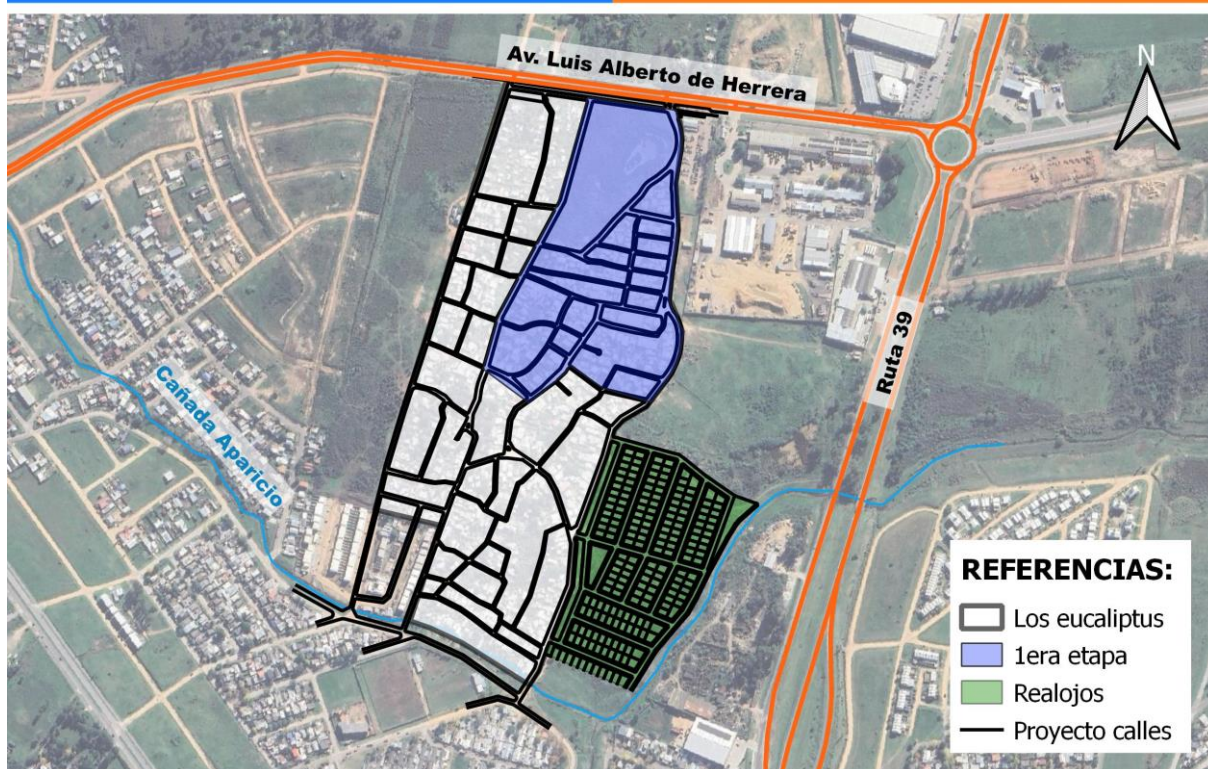


Figura 1-3: Proyecto de calles, realojos y primera etapa.

2. CRITERIOS DE DISEÑO Y PARÁMETROS GENERALES

A continuación, se presentan los criterios y parámetros utilizados para el análisis hidrológico e hidráulico de la zona de aporte.

- Las cuencas hidrográficas y subcuencas de aporte se determinaron utilizando la topografía proporcionada por el modelo digital del terreno generado a partir de un vuelo en la zona y los umbrales medidos en sitio. Para la etapa 1 se contó además con los perfiles de las calles proyectadas (proyecto vial).
- El coeficiente de escorrentía resulta de la ponderación de las distintas superficies de escurrimiento (techos, asfalto y pasto) para manzanas seleccionadas como tipo. Este coeficiente se generaliza para las restantes manzanas.
- El tiempo de concentración, para las cuencas hidrográficas se determinó con la fórmula de Desbordes, tomando un tiempo de entrada de 7 minutos. Para el análisis de microdrenaje, se calcula el tiempo de concentración para las subcuencas como la suma del tiempo de entrada y el tránsito del flujo concentrado.
- La intensidad de precipitación se determinó con la Ley de Montana, considerando una duración para la tormenta de diseño igual al tiempo de concentración de la cuenca.
- Para el cálculo de los caudales de aporte se utilizó el método racional.
- Para la estimación del tránsito en calles y diseño de tuberías, se ha considerado la fórmula de Manning, siendo 0.018 el coeficiente adoptado para la rugosidad en calles, 0.035 para conducciones en suelos de pasto y 0.015 en tuberías de PVC y hormigón.
- La conducción se diseña con una holgura de su capacidad mayor o igual al 15 % para un evento de diseño. Verificando que cuando el régimen dentro de la conducción sea super crítico, se debe reducir el tirante máximo al 50 % del diámetro del colector. El evento de diseño utilizado ante el cual se deberán verificar estos criterios corresponde al evento de período de retorno igual a 10 años.
- La velocidad máxima admisible es de 5.0 m/s tanto para PVC como para hormigón. Para cunetas en suelo de pasto se considera una velocidad máxima admisible de 1.2 m/s para un periodo de retorno de 10 años.
- Las captaciones se diseñan para el evento de precipitación de 2 años de periodo de retorno. Se adopta como criterio que el ancho de inundación en las calles principales del asentamiento deje una faja libre de 2m, mientras que en las calles de menores anchos (calles de pasaje peatonal y eventual pasaje de vehículos), se permite que el ancho de inundación alcance el eje de la calle.
- Las captaciones proyectadas son las bocas de tormenta tipo proporcionadas por IDM. Las mismas cuentan con su conexión en diámetro 500 mm, con lo cual este será el diámetro mínimo de la red. En ciertos casos, se deberán modificar las bocas tipo,

ajustando tanto su profundidad (para salvar interferencias) como ancho del tacho (para que la captación entre en las veredas proyectadas). En los casos donde no haya vereda suficiente para colocar una boca de tormenta modificada (veredas menores a 70cm), se colocan regueras ya que la mismas no necesitan ocupar espacio por la vereda. En este sentido, se plantean regueras transversales a la calle en los puntos bajos absolutos y regueras longitudinales en el caso contrario. Las conexiones de las regueras serán de PVC en 400mm (transversales) y 300mm (longitudinales). A su vez, en el caso particular de calles con perfil tendido hacia el eje, se plantea que la captación sean tapas perforadas de hormigón.

- La estimación del caudal de captación de las bocas de tormenta y regueras se realiza mediante el software Hydraulic Toolbox, donde a su vez, se considera un coeficiente de reducción del 0.80 considerando la situación de captación parcialmente sucia.
- Los badenes se proyectan según el detalle proporcionado en el proyecto vial. El badén tipo es trapezoidal con 0.4 m de base, 1.4m de ancho total y 3,7% y 6% de pendiente en los lados.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN DE DRENAJE PLUVAL

La obra de drenaje pluvial planteada implica la conducción del escurrimiento por superficie (cordón cuneta y/o badén) mientras se pueda mantener un ancho de inundación aceptable según el tipo de calle. Para las calles de etapa 1, los anchos fueron definidos por el proyecto vial (ver Tabla 3-1). Para etapa futura, se asumió el ancho de la calle según el loteo final del proyecto.

Las captaciones a colocar corresponden a las bocas de tormenta tipo de la Intendencia de Maldonado. En ciertas condiciones se debe modificar las bocas de tormenta tipo, ajustando en particular la profundidad del tacho para salvar interferencias con los colectores de saneamiento proyectado. A su vez, en los casos que la vereda tiene un ancho menor a 1,2 m (ancho del tacho de la BT tipo de IDM) pero mayor a 0,7 m se modifica el ancho del tacho para que la captación pueda ser colocada en la vereda.

En los casos que la vereda es menor a 70cm, no es posible colocar una boca de tormenta, ya que al menos se necesitan 60cm para la tapa de inspección. Con lo cual en estos casos se plantean captaciones del tipo reguera. En los puntos bajos absolutos, se colocan regueras transversales a la calle. Las mismas tendrán una conexión de 400mm en PVC. El ancho de la reja será de 60cm y el largo corresponde al ancho de la calle. Bajo la reja, el canal tendrá una profundidad de 20cm y pendiente 1% hasta la zona donde se emplaza la conexión.

Por otra parte, en los casos que el ancho de vereda no es suficiente y no sea un punto bajo absoluto, se proyecta la implantación de regueras longitudinales en el cordón cuneta. Dichas regueras tendrán un ancho igual al del cordón cuneta (40cm) y un largo de 2m. Bajo la reja, el canal tendrá una profundidad de 15cm con pendiente 1% hacia la zona donde se emplaza la conexión al registro correspondiente. Dicha conexión será de PVC 300mm.

En el caso particular del Pasaje 9, el cual consiste en una calle sin salida con perfil que vierte hacia el eje y con punto bajo en la zona cerrada de la calle, se propone la implantación de captaciones con tapa perforada de hormigón.

El escurrimiento captado en las captaciones será conducido por los colectores pluviales proyectados, los cuales irán de ser posible por vereda. En los casos donde no se cuenta con suficiente espacio en la vereda, se colocan los colectores por calzada lo más cercano a la vereda. El diámetro mínimo de los colectores es de 500mm, debido a que las bocas de tormenta poseen este diámetro en su conexión. Las descargas del escurrimiento se generan hacia las cañadas y hacia el terreno en la zona este, tal como se presenta en la Figura 3-1.

Las calles 54 y 52, serán tendidas hacia la cantera. En este sentido, se proyecta la apertura del cordón con una longitud de 2m. En particular, se deberán colocar estas aperturas en los puntos bajos absolutos y cada 30m aproximadamente.

CALLE	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE FAJA (m)
CALLE PRINCIPAL	7	9
CALLE 01	7	9
CALLE 02	4	5
CALLE 03	4	5
CALLE 04	7-4	9-4,4
CALLE 05	4	4,4
CALLE 06	5	6
CALLE 07	5	6,6
CALLE 08	4	4,16
CALLE 50	5	12,6
CALLE 51	4	4,8
CALLE 52	7	9
CALLE 54	7	10,4
PASAJE 05	4	4,6
PASAJE 07	4	6,9
PASAJE 08	4	6,9
PASAJE 09	3	4
PASAJE 10	3	4
PASAJE 12	4	6,28
PASAJE 50	4	4,7
PASAJE 55	4	6,9
PASAJE 56	4	10

Tabla 3-1: Anchos de calzada y de faja para las calles proyectadas para etapa 1.

DESCARGAS PLUVIALES

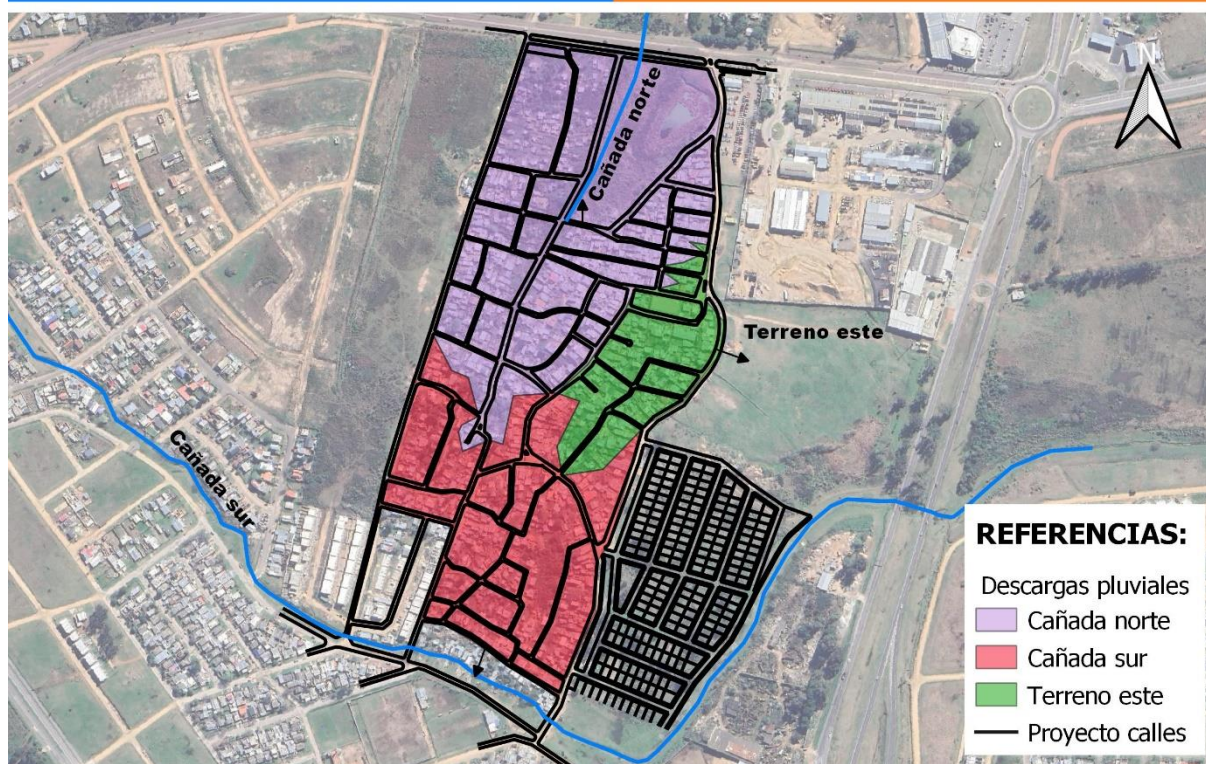


Figura 3-1: Descargas de los colectores pluviales proyectados.

3.1. CAUDALES DE DISEÑO

A partir de la topografía de la zona (mdt vuelo y puntos relevados) se trazan las cuencas de aporte a las distintas descargas. Las mismas podrán ser tanto superficiales como enterradas. Las descargas superficiales consisten en badenes que vierten directamente a la cañada mediante un corte en el cordón. Las descargas enterradas son las que transportan el escurrimiento captado por las captaciones y conducido en los colectores hasta el sitio donde se vierte finalmente.

Las cuencas establecidas a partir del trazado de la red de colectores se presentan en la Figura 3-2, el área de aporte de dichas cuencas se presenta en la Tabla 3-2.

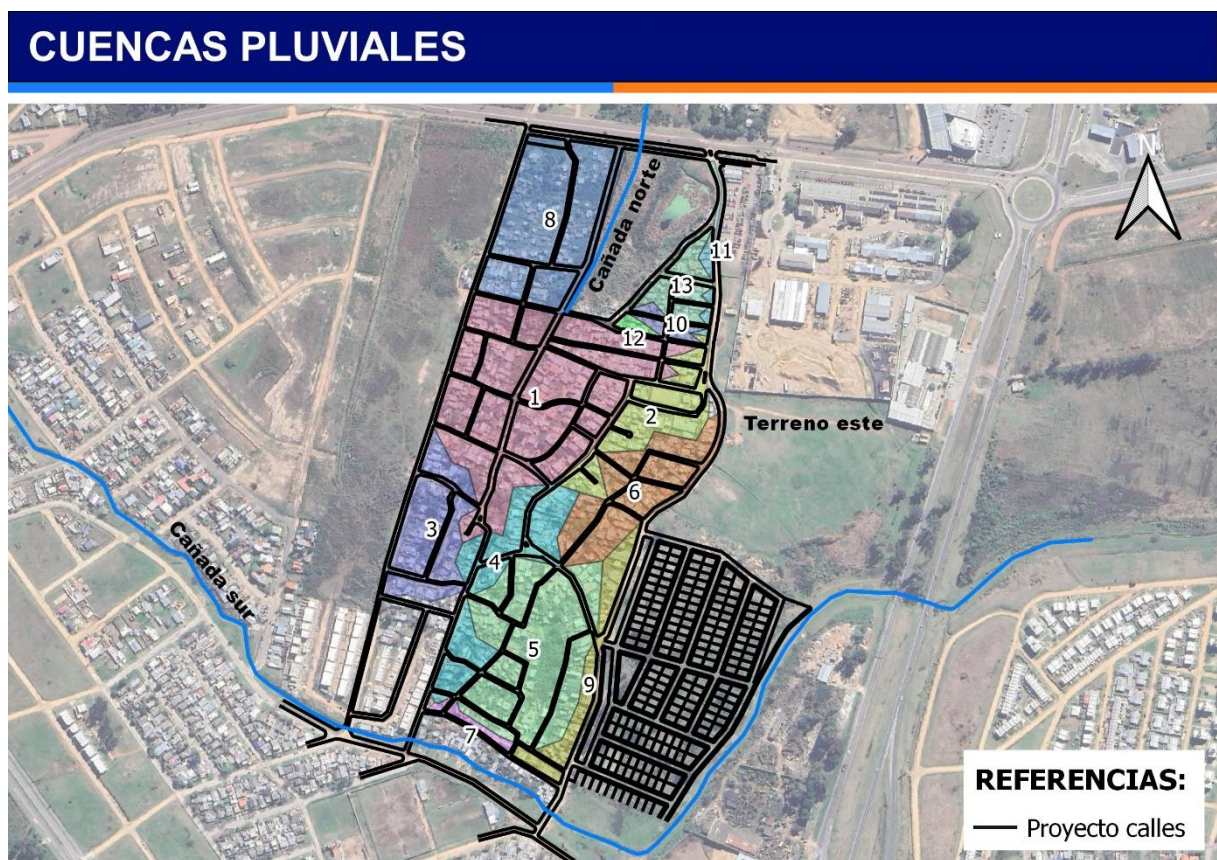


Figura 3-2: Cuencas de aporte.

ID Cuencas	Área (m2)
1	47655,1
2	12047,4
3	13836,5
4	14661,9
5	28983,9
6	15632,6
7	1588,0
8	25883,0
9	7988,2
12	746,8
10	1918,0
11	1815,2
13	5773,3

Tabla 3-2: Área de cuencas de drenaje.

Se estima el coeficiente de escorrentía para las cuencas. En la Tabla 3-3 se presentan los coeficientes recomendados por la bibliografía consultada, según el evento de lluvia considerado y el tipo de superficie de escurrimiento.

Coeficientes de escorrentía			
Características de la superficie	Periodo de retorno (años)		
	2	5	10
Concreto/Techo	0.75	0.80	0.83
Zona verde condición pobre (plano pend. Media 0 – 2 %)	0.32	0.34	0.37

Tabla 3-3. Coeficiente de escorrentía (Fuente: V.T Chow, 1994).

A partir de los valores presentados, se determinó el coeficiente de escorrentía ponderado de todo el asentamiento. Se seleccionaron 4 manzanas representativas de la zona (Figura 3-3), para cada una de ellas se calculó el coeficiente de escorrentía ponderado. Luego realizando un promedio ponderado por área de los coeficientes de cada manzana, para cada período de retorno, se obtiene el coeficiente de escorrentía de la cuenca (Tabla 3-4).

MANZANAS TIPO: CÁLCULO COBERTURA DE SUELO

REFERENCIAS:

 Cobertura impermeable



Figura 3-3. Cobertura de suelo en manzanas tipo.

Manzana Tipo		
Coeficiente de escorrentía		
Tr 2 años	Tr 5 años	Tr 10 años
0.64	0.68	0.71

Tabla 3-4. Coeficiente de escorrentía manzanas tipo.

Para calcular los caudales a conducir en cada cuenca de aporte, se utiliza el método racional para el evento de diseño de $Tr=10$ años. Se utiliza el coeficiente de escorrentía $C=0.71$ (TR 10 años) y la precipitación $P(3,10)=76$ para Maldonado. En la Tabla 3-5 se presentan los caudales obtenidos para las cuencas donde es necesaria la colocación de captaciones. Con estos caudales se realiza el dimensionado de los colectores.

Cuenca	Tc (min)	Área(km ²)	i (mm/min)	Q(m ³ /s)
1	18,15	0,05	1,51	0,85
2	16,70	0,01	1,57	0,22
3	13,38	0,01	1,77	0,29
4	12,52	0,01	1,84	0,31
5	13,30	0,03	1,78	0,61
6	14,82	0,02	1,68	0,31
7	10,00	0,002	2,07	0,04
8	13,39	0,03	1,77	0,54

Tabla 3-5: Caudal para $Tr=10$ años para cada cuenca de drenaje del asentamiento.

3.2. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La propuesta de obra de drenaje pluvial para el asentamiento consiste en el diseño y ubicación de las captaciones y conducciones de los escurrimientos pluviales, hasta la descarga de los mismos.

Las captaciones a utilizar son bocas de tormenta tipo IDM (ver Tabla 3-6). Estas captaciones poseen una profundidad total 1.6m y la conexión a la red pluvial es de 500mm. Como ya fue mencionado, se modifica la profundidad del tacho de la BT tipo en ciertos casos a 1,2m para salvar interferencias con la red de saneamiento. En tres casos puntuales también se modifica la profundidad del tacho, pero aumentándola. Las bocas de tormenta modificadas se identifican en los planos de proyecto.

Boca de tormenta	
Tipo	Ancho de boca (m)
1	1,2
2	2,4
3	3,6

Tabla 3-6: Bocas de tormenta tipo Intendencia de Maldonado.

El diseño de la solución de drenaje pluvial del asentamiento se plantea tomando como criterio que el agua escurra por superficie (cordón cuneta y/o badén) hasta alcanzar un ancho de

inundación en la calle que no sea aceptable según el criterio considerado. Se adopta como criterio que para el evento de $Tr=2$ años, el ancho de inundación en las calles principales del asentamiento deje una faja libre de 2m, mientras que en las calles de menores anchos (ancho menor o igual a 4m), se permite que el ancho de inundación alcance el eje de la calle.

Se calculan los caudales cuadra a cuadra para cada subcuenca de aporte utilizando el método racional para un $TR=2$ años. Luego, se identifican las zonas donde se excede el ancho de inundación y las zonas de puntos bajos y allí se colocaron captaciones. Para continuar con el cálculo se considera la eficiencia de la boca de tormenta/reguera calculada con Hydraulic Toolbox y a la misma se la disminuye un 20% para considerar los efectos de que la captación se encuentre sucia.

El cálculo procede acumulando hacia aguas abajo el escurrimiento no captado en la boca de tormenta/reguera y los nuevos aportes. En la siguiente tabla se presentan la cantidad de captaciones para la etapa 1. La ubicación de las mismas se presenta en las láminas de proyecto.

Captación		Cantidad etapa 1
Boca de tormenta	Tipo 1	4
	Tipo 2	10
	Tipo 3	11
Reguera	Transversal	4
	Longitudinal	5
Tapa perforada		2

Tabla 3-7: Cantidad de captaciones proyectadas en etapa 1.

Para las regueras, se realiza el cálculo del canal bajo la reja y la conexión a la red con el objetivo de que para el caudal de diseño se tengan una holgura de 25% de su capacidad.

Cabe señalar que las captaciones de etapa 2 se realizaron tomando en cuenta las cotas actuales del terreno y los anchos de calle estimados a partir del plano de loteo del asentamiento completo. En etapa de proyecto ejecutivo y una vez que se cuente con el proyecto vial de esta zona se deberá verificar el correcto funcionamiento del sistema con las hipótesis realizadas y como se ejecutan las conexiones a la red de etapa 1, las cuales ya se dejan previstas en la misma.

Las bocas de tormenta se conectan a los colectores de drenaje con una tubería 500mm, por lo tanto, para el diseño de los colectores pluviales se toma como diámetro mínimo 500mm. Las regueras y tapas perforadas tendrán conexiones de PVC 300/400mm.

A su vez la pendiente mínima considerada en el diseño de los colectores es de 0.5%. Las tuberías se disponen por vereda si la misma cuenta con espacio suficiente, sino por calzada lo más cerca posible la vereda. El trazado de la conducción se presenta en los planos de proyecto.

El dimensionado de las tuberías se diseña con una holgura de su capacidad mayor o igual al 15 % para un evento de diseño. Verificando que cuando el régimen dentro de la conducción sea super crítico, se debe reducir el tirante máximo al 50 % del diámetro del colector. El evento de diseño utilizado ante el cual se deberán verificar estos criterios corresponde al evento de período de retorno igual a 10 años.

Cabe señalar que los colectores de etapa 2 se diseñaron tomando en cuenta las cotas de terreno actuales. En etapa de proyecto ejecutivo se deberá ajustar las cotas de tapa de los registros y consecuentemente la profundidad de los colectores, junto con sus conexiones a la red de etapa 1.

El metraje de los colectores de etapa 1 obtenido se presenta en la Tabla 3-8.

Etapa	Metraje conducciones (m)			
	500 mm	600 mm	700 mm	800 mm
1	627	173	10	85

Tabla 3-8: Metraje de las tuberías por diámetro para la etapa 1.

Se colocan registros cada 100m, en los cambios de pendiente o de dirección y en la intersección de colectores. Se proyectan 39 registros de inspección, en los cuales se incluyen los proyectados para conectar la etapa 2.

A su vez, se dimensionan las cunetas de descarga las cuales se ubican en la zona de descarga al terreno este (cuencas 2 y 6). Esta cuneta se proyecta desde la descarga hasta que el fondo de la cuneta se iguale al terreno actual ($L=35m$), donde se descarga en el terreno natural. Se verifica que las cunetas no superen el 85% de la capacidad, ni excedan la velocidad máxima permitida para cunetas recubiertas de pasto (1,8 m/s para pendientes entre 0 y 5%, y 1,5 m/s para pendientes entre 5 y 10%), para un período de retorno de 10 años.

Cuenca	Cuneta trapezoidal	Q (m ³ /s)	Pendiente (%)	Base (m)	Altura (m)	Nº de Manning	Tirante (m)	Velocidad (m/s)
2	Taludes 1V:3H	0,22	1,0	0,60	0,60	0,035	0,22	0,77
6	Taludes 1V:3H	0,31	0,5	0,60	0,60	0,035	0,26	0,85

Tabla 3-9: Diseño de cunetas.