

**VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA**

INFORME DE SOLICITUD No. 139-2018

En relación a solicitud No. 139-2018 presentada en la Oficina de Información y Respuesta (OIR) de este Ministerio, en la cual requiere memoria de cálculo hidráulico y parámetros de diseño que se tomaban en cuenta para el diseño y análisis del sistema de aguas lluvias del AMSS, de preferencia de la Colonia Médica o de un lugar del casco urbano de la capital.

Al respecto, la Subdirección Técnica de esta Dirección, proporciona memoria hidráulica disponible del proyecto: "DISEÑO FINAL DEL PROYECTO CONSTRUCCION DE COLECTOR DE AGUAS LLUVIAS EN LOTIFICACION JOYAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE APOPA, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR", además, informa que los parámetros que se utilizan, son los establecidos en el reglamento de OPAMSS, que es la institución que vela y regulariza el Sistema de Aguas Lluvias en el Área Metropolitana de San Salvador.

Lo que se informa para los fines consiguientes.

Téc. Miguel Ángel González
Enlace DPOP-OIR

Análisis de la Lluvia

El modelo utilizado para el cálculo de caudales, fue el método racional, usado en cuencas con áreas menores que 1.5 km², que se representa así:

$$Q=0.278 CIA$$

Donde:

Q = Caudal Hidrológico, en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía, adimensional

I = Intensidad de la lluvia, en mm/hora

A = Área de la cuenca, en km²

La intensidad de la lluvia, para los tramos de análisis, corresponderá a una duración de tormenta de acuerdo a los tiempos de concentración (tc) calculados por los métodos detallados anteriormente. Así, si el resultado de tc= 6min, se usó una duración de 5 min, si se obtuvo tc= 9min se usó una duración de 10 min.

Con este valor seleccionado en cada pozo o punto de interés se determina la duración de la tormenta en minutos que con el período de retorno seleccionado permitirá conocer la intensidad de la lluvia en mm/hora a partir de la curva IDF utilizada.

Para la evaluación, diagnóstico y diseño de colectores se utiliza las intensidades para período de retorno 25 años, en mm/hora, de acuerdo con los términos de referencia.

A partir de los valores de la curva IDF, se obtienen las siguientes intensidades en mm/min y mm/hora, para diferentes duraciones de lluvia.

**CUADRO N°4. Intensidades en mm/min y mm/hora
para diferentes duraciones de tormenta**

Duración tormenta (min)	I (mm/min)	I (mm/hora)
5	4.85	291.00
10	3.89	233.40
15	3.40	204.00
20	3.02	181.20
30	2.52	151.20
45	2.11	126.60
60	1.74	104.40
90	1.28	76.80
120	0.99	59.40
150	0.74	44.40
180	0.63	37.80
240	0.46	27.60
360	0.37	22.20

Las áreas de la cuenca a ser utilizadas en el modelo corresponden a las de Plano de anexo N°1, Figura N°16/25.

Cálculo de caudal hidrológico en cuenca Joyas del Norte:

Area (A):

Area semiurbana=0.1983km²

Area urbana= 0.0075km²

Area rural=0.0000km²

Area total= 0.2058km²

Coeficiente de escorrentía ponderado (Cp):

$$Cp=(0.1983*0.6+0.0075*0.8)/0.2058 = 0.61$$

Intensidad (I):

Para el tiempo de concentración obtenido en la cuenca $t_c=17.04$ min, del Cuadro N°4 de Intensidades para diferentes duraciones de tormenta se seleccionó el valor de intensidad para 15 min, correspondiente a 204mm/hora.

Caudal (Q):

$$Q=0.278*0.61*0.2058*204$$

$$Q=7.12\text{m}^3/\text{s}$$

Este valor de caudal es el que llega al inicio del colector Joyas del Norte-Pinares. En la evaluación realizada en el cuadro N°12 del apartado 1.5.2, anexo N°1, referente al drenaje secundario existente, se concluyó que la canaleta N°1, no puede drenar el caudal hidrológico ($2.72\text{m}^3/\text{s}$) calculado para su área de recogimiento, porque su capacidad hidráulica es menor ($0.76\text{m}^3/\text{s}$), por lo que en este caso entraría la diferencia de caudales calculados $2.72-0.76=1.96\text{m}^3/\text{s}$ a la cuenca de Joyas del Norte en la condición de inundación provocada, quedando el caudal total en Cuenca Joyas del Norte de:

$$Q_{\text{total}}= 7.12\text{m}^3/\text{s} + 1.96\text{m}^3/\text{s}= \mathbf{9.08\text{m}^3/\text{s}}.$$

-Condición de embalse presentadas a la entrada del colector Joyas del Norte-Pinares:

Según apartado 1.4 Evaluación y diagnóstico de obras existentes, del total del caudal hidrológico ($9.08\text{m}^3/\text{s}$) solo podría entrar al colector el caudal equivalente a la capacidad hidráulica de la tubería en la entrada igual a $1.88\text{m}^3/\text{s}$. Este caudal se

acumulará a los caudales hidrológicos obtenidos para las áreas de recogimiento del colector Joyas del Norte-Pinares.

A continuación se presentan en cuadros los caudales obtenidos por cada área tributaria y los caudales acumulados para los colectores identificados, y obra de paso (Batería de Tubos).

CUADRO No 5

CALCULOS HIDROLOGICOS COLECTOR JOYAS DEL NORTE-PINARES

POZO	AREA DRENADA A POZO	ÁREA DRENADA (km ²)	USO DEL SUELO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO CP	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	PERIODO DE RETORNO AÑOS	INTENSIDAD (mm/hora)	Q=0.278CIA	Qacumulado (m3/seg)
ENTRADA (INICIO)	Por las condiciones de embalse, solo podría entrar a la tubería Ø30" del colector Joyas del Norte Pinares, el caudal equivalente a la capacidad hidráulica máxima de la tubería Q= 1.88 m³/s calculado en el apartado 1.4 Evaluación y Diagnóstico de obras existentes, para el colector Joyas del Norte-Pinares. Véase también Anexo N°1.2, de Anexo N°1. Evaluación de Condición de Embalse en la entrada de la Tubería Ø30" existente.									1.88
1	A1	0.0026	Semi Urbano	0.60	0.64	0.280	25	291	0.16	2.04
		0.0006	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0031								
3	A2	0.0112	Semi Urbano	0.60	0.65	1.510	25	291	0.80	2.84
		0.0040	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0152								
6	A3	0.0000	Semi Urbano	0.60	0.80	3.840	25	291	2.73	5.58
		0.0422	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0422								
7	A4	0.0000	Semi Urbano	0.60	0.80	4.610	25	291	1.03	6.61
		0.0160	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0160								

**CUADRO No 6
CALCULOS HIDROLOGICOS COLECTOR CALLE MENDEZ**

POZO	AREA DRENADA A POZO	ÁREA DRENADA (km ²)	USO DEL SUELO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO CP	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	PERIODO DE RETORNO AÑOS	INTENSIDAD (mm/hora)	Q=0.278CIA	Qacumulado (m3/seg)
9	A7	0.0060	Semi Urbano	0.60	0.60	5.000	25	291	0.29	0.29
		0.0000	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0060								
10	A8	0.0059	Semi Urbano	0.60	0.60	5.000	25	291	0.29	0.58
		0.0000	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0059								

**CUADRO No 7
CALCULOS HIDROLOGICOS COLECTOR CALLE N°4**

POZO	AREA DRENADA A POZO	ÁREA DRENADA (km ²)	USO DEL SUELO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO CP	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	PERIODO DE RETORNO AÑOS	INTENSIDAD (mm/hora)	Q=0.278CIA	Qacumulado (m3/seg)
12	A5	0.0000	Semi Urbano	0.60	0.80	5.000	25	291	1.04	1.04
		0.0160	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0160								

**CUADRO No 8
CALCULOS HIDROLOGICOS COLECTOR CALLE N°3**

POZO	AREA DRENADA A POZO	ÁREA DRENADA (km ²)	USO DEL SUELO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO CP	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	PERIODO DE RETORNO AÑOS	INTENSIDAD (mm/hora)	Q=0.278CIA	Qacumulado (m3/seg)
13	A6	0.0000	Semi Urtbano	0.60	0.80	5.000	25	291	0.73	0.73
		0.0112	Urbano	0.80						
		0.0000	Rural	0.48						
		0.0112								

CUADRO No 9 CALCULOS HIDROLOGICOS QUEBRADA EL SITIO

PUNTO	AREA DRENADA A POZO	ÁREA DRENADA (km ²)	USO DEL SUELO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO CP	TIEMPO DE CONCENTRACION (min)	PERIODO DE RETORNO AÑOS	INTENSIDAD (mm/hora)	Q=0.278CIA	Qacumulado (m3/seg)
DESCARGA Ø 36"	CUENCA QUEBRADA EL SITIO	0.0773	Semi Urtbano	0.60	0.49	11.120	25	233.4	28.90	28.90
		0.0059	Urbano	0.80						
		0.8213	Rural	0.48						
		0.9045								
BATERÍA DE TUBOS	AB	0.0095	Semi Urtbano	0.60	0.59	12.570	25	233.4	1.47	30.37
		0.0100	Urbano	0.80						
		0.0187	Rural	0.48						
		0.0382								

Al caudal 30.37m³/s se le suman los caudales picos en los colectores ya que realizan su descarga en la Quebrada El Sitio, aguas arriba de la Batería de tubos, por lo que el caudal queda:

$$Q=30.37+6.61+0.58+1.04+0.73=39.33\text{m}^3/\text{s}.$$

2.2.7 Drenaje Secundario

Se identificaron en la zona cinco canaletas, con secciones variables entre sí y en cada estacionamiento. Fueron levantadas con la topografía. Se presentan en Plano de Planta y Perfil de Canaletas (Planos de Anexo N°1, Figura N°8/25 a Figura N°12/25) los datos topográficos y geométricos de estas canaletas.

A continuación se presenta el cálculo de caudales hidrológicos, utilizando la fórmula racional de acuerdo con las áreas de drenaje dibujadas en el plano de Anexo N°1, Figura 17/25.

CAUDALES HIDROLÓGICOS

Cálculo caudal hidrológico de diseño CANALETA 1

$$Q=0.278CIA$$

Donde

C= Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I= Intensidad de la lluvia (mm/hora)

A= Área de cuenca (km²)

Consideraciones:

- C, corresponderá al valor de coeficiente de escorrentía del área contenida. Esta área contiene usos de suelo rural (65705.91m²=0.06571km²) y semiurbano (11965.45m²=0.01197km²), por lo que C ponderado de acuerdo con la tabla de Coeficientes de escorrentía queda $C_p = (0.06571 \cdot 0.48 + 0.01197 \cdot 0.60) / (0.0657 + 0.012) = 0.50$, (Ref. Ven Te Chow. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. Primera Edición. Tabla 15.1.1, de anexo N°1.1 del Anexo N°1).
- I, corresponderá a una intensidad de lluvia inmediata (5 min), porque las áreas de influencia son pequeñas para este tipo de obras. Para el período de retorno 10 años establecidos en los

TDR $I=252\text{mm/hora}$ (ver cuadro de curvas IDF de estación San Andrés Intensidad para 10 años y duración 5 minutos = $4.2\text{mm/min}=252\text{mm/hora}$).

- A, se analizará para la longitud del canal abierto y el parteaguas que delimita la semicuenca de la canaleta. El área total es 77671.36m^2 equivalente a 0.07767km^2 .

$$Q=0.278*0.50*252*0.07767$$

$$Q=2.72\text{m}^3/\text{s}$$

Cálculo caudal hidrológico de diseño CANALETA 2

Consideraciones:

- C, corresponderá al valor de coeficiente de escorrentía del área contenida. Esta área contiene uso de suelo de tipo semiurbano, por lo que $C = 0.60$, (Ref. Ven Te Chow. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. Primera Edición. Tabla 15.1.1, de anexo N°1.1 de Anexo N°1)
- I, será para duración de 5min, igual a como se consideró en la canaleta 1.
- A, se analizará para la longitud del canal abierto y el parteaguas que delimita la semicuenca de la canaleta. El área es 6297.94m^2 equivalente a 0.00630km^2 .

$$Q=0.278*0.60*252*0.00630$$

$$Q=0.26\text{m}^3/\text{s}$$

Cálculo caudal hidrológico de diseño CANALETA 3

Consideraciones:

- C, corresponderá al valor de coeficiente de escorrentía ponderado para el área de drenaje Joyas del Norte del análisis hidrológico

del colector Joyas del Norte-Pinares, $C=0.61$ (Ref. Ven Te Chow. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. Primera Edición. Tabla 15.1.1)

- I , corresponderá a la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración obtenido en el análisis hidrológico del colector Joyas del Norte-Pinares a la entrada de la tubería de $\varnothing 30"$. El tiempo de concentración calculado fue 17.04min, se eligió una duración de lluvia de 15 min, por lo que la intensidad para período de retorno 10 años queda $I=177.60\text{mm/h}$
- A , se analizará para la longitud del canal abierto y el parteaguas que delimita la semicuenca de la canaleta, que incluye además lo el área tributaria de la canaleta 2. El área es 205825.48m^2 equivalente a 0.2058km^2 .

$$Q=0.278*0.61*177.60*0.2058$$

$$Q=6.20\text{m}^3/\text{s}$$

Cálculo caudal hidrológico de diseño CANALETA 4

Consideraciones:

- C , corresponderá al valor de coeficiente de escorrentía ponderado para el área de drenaje de la canaleta 4, que por encontrarse en el costado sur de la Carretera Nejapa Apopa recibe la escorrentía superficial del tramo que cubre, por lo que $C=0.80$ considerando que las carreteras conforman usos de suelo de tipo urbano (Ref. Ven Te Chow. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. Primera Edición. Tabla 15.1.1)
- I , corresponderá a una intensidad de lluvia inmediata (5 min), porque las áreas de influencia son pequeñas para este tipo de obras. Para el período de retorno 10 años establecidos en los TDR, la intensidad es $I=252\text{mm/hora}$.
- A , se analizará para la longitud del canal abierto y el parteaguas que delimita la semicuenca de la canaleta. Esta área está

contenida dentro del área Joyas del Norte por lo que su caudal también alimenta el caudal hidrológico que llega a la canaleta 3. El área tributaria de la canaleta 4 es $2354.65\text{m}^2=0.00235\text{km}^2$

$$Q=0.278*0.80*252*0.00235$$

$$\mathbf{Q=0.132\text{m}^3/\text{s}}$$

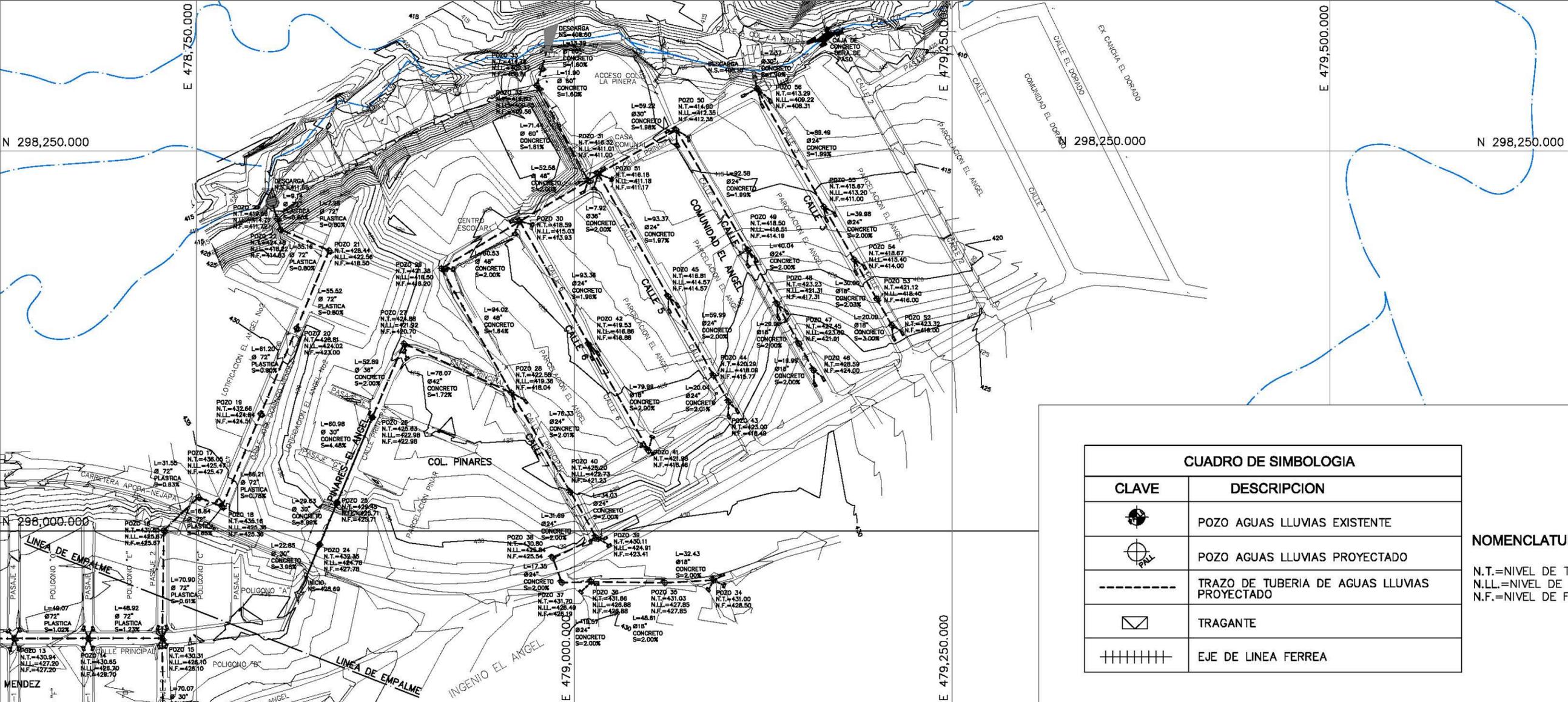
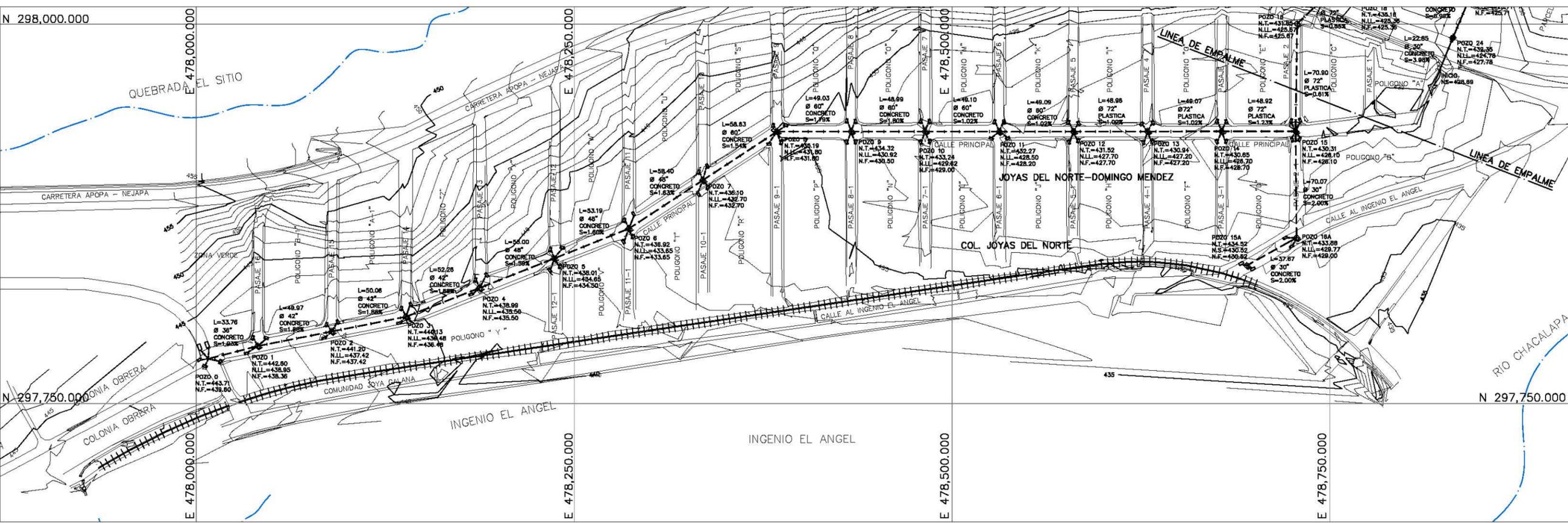
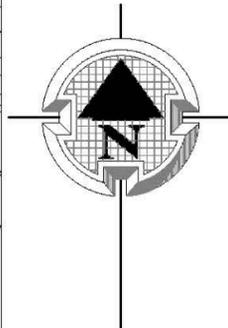
Cálculo caudal hidrológico de diseño CANALETA 5

Consideraciones:

- C, corresponderá al valor de coeficiente de escorrentía ponderado para el área de drenaje de la canaleta 5, que por encontrarse en la parte urbana de la Parcelación El Ángel es $C=0.80$ (Ref. Ven Te Chow. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. Primera Edición. Tabla 15.1.1)
- I, corresponderá a una intensidad de lluvia inmediata (5 min), porque las áreas de influencia son pequeñas para este tipo de obras. Para el período de retorno 10 años establecidos en los TDR, la intensidad es $I=252\text{mm}/\text{hora}$.
- A, se analizará para la longitud del canal rectangular y el parteaguas que delimita la semicuenca de la canaleta. El área de drenaje de la canaleta es $4062.45\text{m}^2=0.00406\text{km}^2$

$$Q=0.278*0.80*252*0.00406$$

$$\mathbf{Q=0.228\text{m}^3/\text{s}}$$



CUADRO DE SIMBOLOGIA	
CLAVE	DESCRIPCION
	POZO AGUAS LLUVIAS EXISTENTE
	POZO AGUAS LLUVIAS PROYECTADO
	TRAZO DE TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS PROYECTADO
	TRAGANTE
	EJE DE LINEA FERREA

NOMENCLATURA
 N.T.=NIVEL DE TAPADERA
 N.L.L.=NIVEL DE LLEGADA
 N.F.=NIVEL DE FONDO DE POZO