



MUNICIPIO DE LOJA

**PLAN DE ORDENAMIENTO Y
DESARROLLO SOSTENIBLE DEL CASCO
URBANO CENTRAL DE LA CIUDAD DE
LOJA**

**PROYECTO
“REGENERACIÓN URBANA”**

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL**

MARZO - 2015



1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Ordenamiento y desarrollo sostenible del casco urbano central de la ciudad de Loja, Proyecto Regeneración Urbana, se encuentra actualizando los estudios de los componentes necesarios para ejecutar este proyecto de trascendencia para Loja, por lo que se ha realizado el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, de manera que se pueda lograr una mayor eficiencia en los diámetros y la conducción de las aguas lluvias hasta su descarga final en los ríos Malacatos y Zamora que bordean el área de estudio.

La información básica para la determinación de parámetros y bases de diseño se obtuvo de los criterios descritos en las Normas de la SSA y la normativa de la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado UMAPAL.

2. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área del proyecto de Regeneración Urbana comprende 170 Ha aproximadamente, delimitadas de la siguiente manera:

Norte: Av. Emiliano Ortega, Puente Bolívar y Av. Universitaria.

Sur: calle Catacocha, calle Andrés Bello, calle González Suárez, Av. Gobernación de Mainas y calle Chile.

Este: Av. Emiliano Ortega, calle Juan José Peña, calle Olmedo y Av. Eduardo Kingman.

Oeste: Av. Universitaria y calle 18 de Noviembre.

3. BASES DE DISEÑO

a. PERÍODO DE DISEÑO

Este parámetro se determina en función del crecimiento estimado de la población y de la vida útil de los diferentes componentes de la obra a diseñarse, en forma de que éstos cumplan con el objetivo planteado y sin que la obra sufra interrupciones o modificaciones durante el período de diseño. Se tiene por lo tanto un horizonte de diseño hasta el año 2.040.

b. ÁREAS DE APORTACIÓN

La estimación de los caudales de aportación a cada uno de los tramos de la red de drenaje es función directa de las áreas de aporte, éstas fueron calculadas en consideración de las características topográficas del terreno, (plano topográfico), esto constituyó la guía para determinar el sentido del flujo de la escorrentía pluvial. Además, de acuerdo a un recorrido por distintos sectores del área del proyecto se pudo constatar que no toda el área del proyecto aporta a la red de alcantarillado pluvial ya que gran parte de la misma va hacia el alcantarillado



sanitario al recogerse las aportaciones lluvias en las rejillas de terrazas, patios y canales de cubiertas, así como existe infiltración en los patios y terrenos que no tienen tratamiento de piso, por lo que para las áreas de aporte se consideró 10 metros adentro de la línea de fábrica, que es el área real de aporte efectivo hacia las vías y por ende a la red de alcantarillado pluvial.

Esta información básica se presenta en los planos respectivos.

c. CAUDAL DE DISEÑO

Para el cálculo de los caudales de diseño del sistema de alcantarillado pluvial del proyecto se ha considerado y estimado del método Racional Americano.

$$Q = 2,78.C.i.A$$

C = coeficiente de escorrentía,
A = área de drenaje,
I = Intensidad de la precipitación en mm/h.

Según esta metodología, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, es decir la intensidad correspondiente al tiempo de concentración.

d. INTENSIDAD DE LLUVIA

El estudio hidrológico realizado para la de ciudad de Loja, sirvió de base y consulta para el cálculo de la Intensidad de Lluvia, basados en datos de la estación meteorológica de la Argelia. Adicionalmente es preciso indicar que la ciudad de Loja pertenece a la zona Nro. 35 de acuerdo a la zonificación del INAMHI realizada para el estudio de intensidades de lluvia en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión establecida es la siguiente:

$$I_{TR} = 92,854 * Id_{TR} * t^{-0,4083}$$
 Válida para tiempos de duración entre 5 y 43 minutos.

I = Intensidad de lluvia
Tr = Tiempo de retorno
Tc = Tiempo de concentración en minutos
Pmáx = Precipitación máxima en 24 horas

e. PERIODO DE RETORNO

Tratándose de zonas residenciales se adoptan los siguientes valores:

Áreas tributarias menores a 2 ha; 3 años
Áreas tributarias entre 2 y 10 ha; 5 años
Áreas tributarias mayores a 10 ha; 10 años
Canales abiertos, en este caso los ríos, entre 25 y 50 años.



f. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

En el cuadro f.1, se tiene las intensidades y precipitaciones de diseño para el alcantarillado pluvial del proyecto.

CUADRO No. f.1

INTENSIDADES AJUSTADAS AL CASCO URBANO CENTRAL

Tr Años	2	3	5	10		25		50	
				SUR	NORTE	SUR	NORTE	SUR	NORTE
Pmax 24 Horas mm	41	48	56	65	66	76	78	78	80
Intensidad Diaria	1,71	2,00	2,33	2,71	2,75	3,17	3,25	3,25	3,33
Duración de la lluvia min.	INTENSIDADES mm/hora								
5	82,2	96,3	112,3	130,4	132,4	152,4	156,4	156,4	160,4
10	62,0	72,5	84,6	98,2	99,7	114,8	117,9	117,9	120,9
15	52,5	61,5	71,7	83,2	84,5	97,3	99,9	99,9	102,4
20	46,7	54,7	63,8	74,0	75,1	86,5	88,8	88,8	91,1
25	42,6	49,9	58,2	67,6	68,6	79,0	81,1	81,1	83,2
30	39,6	46,3	54,0	62,7	63,7	73,3	75,3	75,3	77,2
40	35,2	41,2	48,0	55,8	56,6	65,2	66,9	66,9	68,6
50	29,6	34,7	40,5	47,0	47,7	55,0	56,4	56,4	57,8
60	25,4	29,7	34,7	40,3	40,9	47,1	48,3	48,3	49,6
120	14,1	16,5	19,3	22,4	22,7	26,1	26,8	26,8	27,5

g. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Este coeficiente relaciona el escurrimiento y la lluvia, el mismo que está afectado por las precipitaciones de la lluvia, que a su vez son función de su intensidad, duración y frecuencia; tipo de cubierta y condiciones del suelo.

Este coeficiente es el valor por el que multiplicaremos la intensidad de lluvia calculada para obtener la intensidad efectiva sobre el área afectada por la lluvia en la subdivisión, este coeficiente no es constante, sino que varía dependiendo de la evapotranspiración, de la infiltración por la clase de suelo, de la absorción de las plantas que cubren la superficie del área considerada y de la topografía y depresiones en el terreno.

La norma en estos casos nos indica los siguientes valores de C

1.- Por el Tipo de Zona

Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas

0.70 - 0.90



Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55 - 0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35 - 0.55
Parques, campos de deporte	0.10 - 0.20

2.- Por el tipo de superficie

Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 - 0.90
Pavimentos de hormigón	0.80 - 0.85
Empedrados juntas pequeñas	0.75 - 0.80
Empedrados juntas ordinarias	0.40 - 0.50
Pavimentos de macadam	0.25 - 0.60
Superficies no pavimentadas	0.10 - 0.30
Parques y jardines	0.05 - 0.25

Para la determinación de este coeficiente se ha tomado en cuenta la magnitud del área en estudio, así como las características de ocupación del suelo asignadas al proyecto por el plan de desarrollo urbano, por lo que se definió un coeficiente $C = 0.80$.

h. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se ha demostrado que el caudal máximo producido por una lluvia sobre una cuenca urbana es aquel que tiene una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. Se aplican algunas ecuaciones existentes, pero se recomienda un tiempo de concentración inicial de 15 min.

4. CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño de la red de alcantarillado pluvial, se observó lo señalado en las Normas para estudio y diseño para Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, normas que se encuentran vigentes editadas por el organismo rector de estas políticas, la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA). Igualmente se ha atendido las ordenanzas Municipales y reglamentación de UMAPAL, vigentes para estos casos.

Las tuberías y colectores se han diseñado teniendo cuidado que en el cruce de éstas con las del sistema sanitario, las cotas de proyecto sean diferentes y no se intercepten, se ha cuidado además que las tuberías vayan siempre por debajo de las de agua potable y ubicadas en el centro de la calzada.

Para el diseño hidráulico de la red se ha tomado en cuenta que la solera de la tubería no forme gradas ascendentes, que la gradiente de energía sea continua, que la tubería nunca



funcione llena y que la superficie del líquido, pese a cualquier fenómeno (posibles saltos, curvas de remanso etc.) siempre esté por debajo de la corona del tubo para permitir un espacio dentro de éste para ventilación y evitar la acumulación de gases tóxicos, aunque en esto no sea frecuente en sistemas pluviales y finalmente que la capacidad hidráulica sea suficiente para el caudal de diseño con velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

a. ÁREAS TRIBUTARIAS ADICIONALES

El Proyecto de Regeneración Urbana se encuentra inmerso en un área consolidada y es parte a su vez de la ruta de descarga de aportes pluviales de importantes sectores de la ciudad como son: Barrio Pradera, Barrio Yahuaruna, Las Gardenias, Sierra Nevada, Paseo del Bosque y Urbanización Pucará. Es así que en el diseño de las redes pluviales del proyecto ha sido necesario considerar el área de aporte de estos sectores, lo que a su vez se ha reflejado en el aumento de diámetros de las redes pertinentes. También ha sido necesario considerar el caudal de la Quebrada Valdivieso que aporta a la red pluvial en la calle Máximo Agustín Rodríguez.

b. DIÁMETRO Y CAPACIDAD

En redes de alcantarillado pluvial y bajo normas, el diámetro mínimo a escoger es de 250 mm, diámetro que se ha escogido para el presente diseño. Se ha observado además que la capacidad real de transporte de las tuberías no exceda el 85 % de su capacidad a tubo lleno a efectos que no trabaje a presión.

c. VELOCIDAD MÍNIMA

En el cálculo se ha tomado en cuenta que la velocidad del líquido en los colectores, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo no sea menor que 0.90 m/s, para condiciones de máxima velocidad se ha atendido lo establecido en las normas, esto es que las velocidades no excedan los 10.0 m/s para tuberías de plástico, con rugosidad de $n = 0.010$, sin embargo de conformidad a la recomendación de las Normas éstas pueden ser mayores pues los caudales de diseño pluviales ocurren con poca frecuencia.

Para el cálculo de la velocidad en los conductos se efectuó utilizando la fórmula de Maning, como lo recomiendan las normas, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

- V = velocidad en m/s
- n = coeficiente de rugosidad
- R = Radio hidráulico
- S = Pendiente m/m



d. PENDIENTE Y LOCALIZACIÓN DE TUBERÍAS

La pendiente mínima debe ser la que permita condiciones de autolimpieza.

La pendiente máxima es aquella con que se obtenga una velocidad máxima real.

Las tuberías y colectores se han trazado en general siguiendo la pendiente natural del terreno y en función del diseño vertical de vías, se han proyectado y diseñado tramo a tramo y bajo las condiciones de canal abierto o conducción sin presión.

En cuanto a la localización de las tuberías en las calzadas se ha tomado en cuenta que estas se instalen, en lo posible, a profundidades por debajo de las tuberías de agua potable, se ubiquen además en el centro de la calzada, esto es en el eje de la vía y que no se intercepten con las de la red de alcantarillado sanitario.

e. RUGOSIDAD

Al paso o transporte de las aguas se opone una fuerza resistente que depende de un coeficiente llamado de rugosidad n , el mismo que se expresa en la ecuación de la velocidad de Manning. Este coeficiente varía debido al tipo de textura de la que se confeccione la tubería o canal, por lo tanto podemos tener los siguientes:

MATERIAL	COEFICIENTE
Hormigón Simple	0.013 - 0.014 (en función del diámetro)
Asbesto Cemento	0.011
Plástico	0.010
Canales de hormigón	0.015

En el presente diseño de alcantarillado pluvial se utilizará tuberías de PVC (plástico), cuyo coeficiente "n" es igual a 0.010.

5. DESCARGAS

Debido a la topografía del proyecto de Regeneración Urbana y aprovechando la ventaja de estar rodeados por el Río Malacatos y el Río Zamora, se han realizado descargas hacia ambos ríos, las mismas que se las puede analizar en los planos respectivos.

Xavier Alonso Rodríguez Fárez
INGENIERO CIVIL