

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución no comercial

AÑO DE ELABORACIÓN: 2016

TÍTULO: Planteamiento de Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS) en la Av. Park way, como alternativa para la recuperación de quebradas.

AUTOR (ES):

Cuervo Mejía, Brandon y Pinto Salcedo, Germán.

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

Torres, Jesús Ernesto.

MODALIDAD:

Trabajo de Investigación en Práctica Empresarial.

PÁGINAS: 132 **TABLAS:** 18 **CUADROS:** 30 **FIGURAS:** 72 **ANEXOS:** 7

CONTENIDO:

1. INTRODUCCIÓN
2. COMPONENTE HISTORICO
3. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA
4. VISIÓN Y PLANES DE MEJORAMIENTO
5. OBJETIVOS
6. HIDROLOGÍA EN LOS CERROS ORIENTALES
7. DISEÑO DE LÍNEA EXPRESA
8. DISEÑO DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS
9. SELECCIÓN DE SUDS
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
11. BIBLIOGRAFÍA

DESCRIPCIÓN:

Se realiza la investigación en el diseño de estructuras y alternativas de captación, transporte, retención y aprovechamiento de aguas del Río Arzobispo antes de ingresar al Alcantarillado y convertirse en flujos contaminados por los vertimientos y desechos de la ciudad. La idea principal consiste en aprovechar estos cauces en un corredor verde existente mediante la articulación de una tipología de SUDS que mejor se adapte a las condiciones de la zona.

METODOLOGÍA:

Una vez realizada la definición básica del esquema desde el punto de vista de tipo de conducción, se ha procedido a estudiar qué caudal base debería ser captado del río, las obras de captación y estructuras complementarias, así como la metodología empleada para la selección en la tipología del SUDS:

- a. ***Determinación de Caudal base y Caudal medio del Río Arzobispo.***
- b. ***Determinación de Caudal Ecológico y Caudal de Diseño del Río Arzobispo.***

Se debe garantizar siempre la disponibilidad de un Caudal Ecológico a través del canal Arzobispo actual, aún durante el tiempo seco; este caudal se desarrolló de acuerdo con las metodologías presentadas por PARRA RODRIGUEZ, Emerson mediante los siguientes métodos hidrológicos basados en series históricas para el cálculo de caudales Ecológicos:

- 1) ***Metodología 1:*** El Caudal ecológico corresponde al 10% del valor del caudal medio mensual multianual del río.
- 2) ***Metodología 2:*** A partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97.5% del tiempo.
- 3) ***Metodología 3:*** Se considerará como caudal ecológico el caudal de permanencia en la fuente el 90% del tiempo.
- 4) ***Metodología 4:*** El caudal ecológico corresponde al 25% de los volúmenes anuales en condiciones de oferta media.
- 5) ***Metodología 5:*** El caudal ecológico se considera el caudal mínimo histórico de la serie hidrológica.

c. Determinación de Estructuras Complementarias.

Con base en el caudal de diseño definido anteriormente, se realizó el dimensionamiento de la toma de fondo y desarenador teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Las metodologías para el dimensionamiento de las estructuras de captación así como las estructuras desarenadoras se definieron con base en la literatura académica “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados” del ingeniero Ricardo Alfredo López Cualla.

d. Línea Expresa

- De acuerdo con La metodología para el diseño de la línea expresa desarrollada en el CONTRATO 1-02-25500-1318-2013 para la actualización del Plan Maestro de Alcantarillado se tomó de la literatura académica “Hidráulica de tuberías” del ingeniero Juan Guillermo Saldarriaga
- Para el cálculo hidráulico y la determinación de las pérdidas por fricción se utilizó la ecuación de Darcy – Weisbach y el coeficiente de fricción de Colebrook – White.

d. Tipología de SUDS.

- El objetivo de este análisis metodológico consiste en seleccionar el mejor sistema urbano de drenaje sostenible mediante un análisis de múltiples variables en un Sistema de Información Geográfica para encontrar los SUDS, que mejor se adapten a las condiciones específicas de un área de interés. Para este propósito, es necesaria la evaluación de los siguientes aspectos:
- El cumplimiento de los requisitos técnicos relacionados con la hidrogeología de la zona de estudio, las restricciones dimensionales y características topográficas.
- La eficiencia de operación Relacionados con la reducción de la escorrentía volumétrica, la atenuación de flujo máximo y el porcentaje de remoción de contaminantes.

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



PALABRAS CLAVE:

Aguas Lluvia, Escorrentía, Sistema de Alcantarillado, Inundación, Ríos y Quebradas Entubadas, SUDS

CONCLUSIONES:

- Para el caso del Río Arzobispo, Además del beneficio de ahorros en tratamiento de aguas residuales, existen otros, como beneficios en términos de mejora de calidad de agua de canales y sus beneficios derivados en la comunidad (mejora de percepción de canales, eventual mejora de condiciones de salubridad, etc.), los cuales no se han contemplado en este análisis, debido a que su cuantificación en términos económicos exige de estudios de valoración que exceden el alcance de este análisis. El ejercicio realizado es entonces susceptible de profundización en la medida que se aplique una metodología para la valoración de dichos beneficios.
- Con base en el comportamiento hidrológico y a los caudales de diseño del Río Arzobispo durante tiempo seco (29.6 l/s), se determinó que dichos caudales serán igualados o excedidos tan solo 14.3 y 11.6 días al año para este río, es decir que aproximadamente el 95% del tiempo el sistema propuesto permitirá el paso del caudal ecológico a través canal existente.
- Las obras requeridas para la implementación de la alternativa seleccionada constarían de una toma y un desarenador en la parte alta del Río arzobispo, una conducción instalada con zanja con una longitud de 1500 m en PVC con diámetros constantes de 4" y tramos de tubería en PEAD para cruces viales por tecnologías sin zanja, finalmente en la entrega a la Av. Park Way será necesario realizar el diseño en profundidad de la tipología de SUDS propuesta.
- En el diseño de la línea expresa se optó por instalar la línea a bajas profundidades buscando sortear por encima la mayor cantidad de interferencias sanitarias del recorrido, sin embargo para efectos de pre factibilidad y cálculo directo no se tuvieron en cuenta estas posibles interferencias.

- Para los cruces de vías principales se concluye que es necesaria la utilización de tecnologías sin zanja que minimicen el impacto de las obras en el tráfico urbano, este estudio de factibilidad recomienda la utilización de la Perforación Horizontal Dirigida por sus características particulares. Sin embargo, no se debe descartar la evaluación de otro tipo de tecnologías que también puedan ofrecer esquemas deseados.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el correspondiente análisis y al criterio constructivo, hidráulico y paisajístico por parte de los autores, y en colaboración con los profesionales de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado (EAB-ESP) se determina como mejor alternativa la implementación de cunetas verdes (Green Swales) a lo largo de la Av. Park Way, para lo cual será necesario realizar un estudio complementario que contemple la reunión de diferentes metodologías en el dimensionamiento de este Sistema Urbano de Drenaje Sostenible.
- El planteamiento de un esquema factible y aplicable a cualquier quebrada para el rescate de caudales que actualmente están siendo entregados al sistema combinado y, por consiguiente mezclados con aguas residuales, resulta indispensable para mejorar las condiciones de calidad de agua del sistema pluvial y para evitar el tratamiento de dichos caudales en las plantas de tratamiento de la ciudad.

FUENTES:

CALVACHI, Byron. Los humedales de Bogotá y la sabana. EAB. 2003.

*CIRIA. Free CIRIA publications. Handbook for the construction of SUDS (C698)
[En línea]
http://www.ciria.org/Resources/Free_publications/site_handbook_SuDS.aspx.*

CORMAGDALENA. Caracterización física, demográfica, social y económica de los municipios ribereños de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena. 2013.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Bogotá - Elaboración del

Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá. 2006.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (EAB). Norma de Producto NP-027 Tuberías para Alcantarillado. 2015.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAB). Norma de Producto NP-034. V.0.1. 2000.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, INGETEC. Contrato No. 1-02-25500-1318-2013 Actualización del Plan Maestro de Alcantarillado. 2013.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado - Documento Técnico Soporte. 2006.

HERKRATH, Andres Eduardo. Urban Drainage Strategies to Prevent Flooding in the Urban Area of Bogotá, Colombia. Universidad de los Andes, Universität Stuttgart. 2015.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Parámetros climáticos promedio de Observatorio Meteorológico Nacional, Bogotá 2015.

INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACION Y DEPORTE, IDR, Caminata Las Delicias, 2016.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Información Geodésica. 2010

LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para Acueductos y Alcantarillados. E. Colombiana de Ingeniería. 2004.

MEJÍA PAVONY, Germán. CUELLAR, Marcela. Atlas histórico de Bogotá Cartografía 1791-2007. Alcaldía Mayor de Bogotá. 2007.

MEJÍA PAVONY, Germán. La ciudad de los conquistadores. Pontificia Universidad Javeriana 2012.

MESA S., Oscar. POVEDA J., Germán. CARVAJAL S., Luis. *Introducción al clima de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 1997.*

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA y DESARROLLO TERRITORIAL. IDEAM. *Estructura Ecológica Principal de Colombia, Primera aproximación. 2003.*

PACHON, Álvaro. RAMIREZ María T. *La infraestructura de transporte en Colombia durante el siglo XX. Banco de la Republica. 2006.*

PARRA RODRIGUEZ, Emerson. *Modelamiento y manejo de las interacciones entre la hidrología, la ecología y la economía en una cuenca hidrográfica para la estimación de caudales ambientales. Universidad Nacional de Colombia. 2012.*

PASCHE, E., MANOJLOVIC, N., HELLMERS, S. *Flood Risk Management and Sustainable Drainage Systems. Universität Hamburg. (2011).*

SALDARRIAGA, Juan. *Hidráulica de Tuberías. Universidad de los Andes. 2004.*

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE, SDA, *Proyecto Recuperación Integral de las Quebradas de Chapinero, 2014*

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ. *Cartilla Densidad Urbana - Ciudad de Bogotá. 2010.*

STEINMETZ, H. *Wastewater Drainage Systems. Stuttgart Universität. Wastewater Technology – Part 1: Urban Drainage. 2014.*

SUSDRAIN. *Sustainable drainage [En línea] : <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/background/sustainable-drainage.html> 2016.*

THE WORLD BANK GROUP. *Water Security and IWRM. Retrieved from Integrated Urban Water Management. 2015.*

URBAN DESIGN TOOLS - *Low Impact Development. Tree Box Filter [En línea]: http://www.lid-stormwater.net/treeboxfilter_home.htm 2007.*

US. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Watershed Academy Web. Retrieved from Impervious Surfaces and the Hydrologic Balance of Watersheds. 2015.

ZUÑIGA LOPEZ, Ignacio. CRESPO, Emilia. Meteorología y climatología. UNED. 2010.

LISTA DE ANEXOS:

- ANEXO 1 Mapa hidrológico de la ciudad de Bogotá
- ANEXO 2 Histórico de Precipitación en la estación El Granizo
- ANEXO 3 Rio Arzobispo - Parque Nacional
- ANEXO 4 Copia de Caudales Medios Diarios
- ANEXO 5. Memorias Captación-Desarenador
- ANEXO 6. Planos de Diseño
- ANEXO 7. Memorias Línea Expresa - Aducción