Anexo 002- Diseñar soluciones basadas en la naturaleza, tales como jardines de lluvia, zonas verdes permeables y humedales urbanos, que complementen los sistemas tradicionales de conducción de la escorrentía.

1. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

Para generar una estrategia de drenaje sostenible se hace necesario realizar un correcto manejo del agua de lluvia en su mismo origen, lo que se logra empleando técnicas naturales, entre las cuales tenemos, jardines de lluvia, techos verdes, pavimentos permeables, entre otras.

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible(SUDS), se definen con técnicas de gestión para manejo de aguas pluviales que buscan imitar el ciclo natural del agua y así gestionar la lluvia en los diferentes entornos, como los urbanos, con el objetivo de reducir inundaciones, mejorando la calidad del agua mediante la infiltración, retención y filtración en el origen, también se integran otras disciplinas como ingeniería, ecología y paisajismo, y así lograr minimizar la escorrentía; toda esta solución sostenible para la gestión de aguas lluvias, hace parte de las denominadas Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN).

Algunos principios técnicos fundamentales para el diseño de las SUDS son:

- Definir el nivel adecuado de protección contra inundaciones
- Priorizar la seguridad de la población
- Maximizar la eficiencia hidráulica
- Minimizar el impacto ambiental
- Integrar paisajismo en la medida de lo posible.

Los siguientes son los pasos para realizar el diseño:

1. Recolección de información

Se levanta la información básica y se valida para realizar el diagnóstico, algunos datos son:

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co
[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co

:

- · Antecedentes de inundaciones
- · Topografía
- · Datos hidrológicos y climáticos
- · Uso del suelo
- · Características del drenaje urbano
- · Redes de alcantarillado existentes

2. Diagnóstico del zona de estudio

   Una vez recolectada y validar la información, se procede a analizar las condiciones actuales del territorio con el fin de identificar:

- Problemas de inundaciones
- Áreas impermeables
- Vulnerabilidad del sistema de drenaje.
- Niveles de escorrentía

3. Identificación de stakeholders o actores involucrados

   A continuación se identifica los actores tanto institucionales como sociales que participan, tales como:

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co
[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co

Tabla 01

Identificación de stakeholders

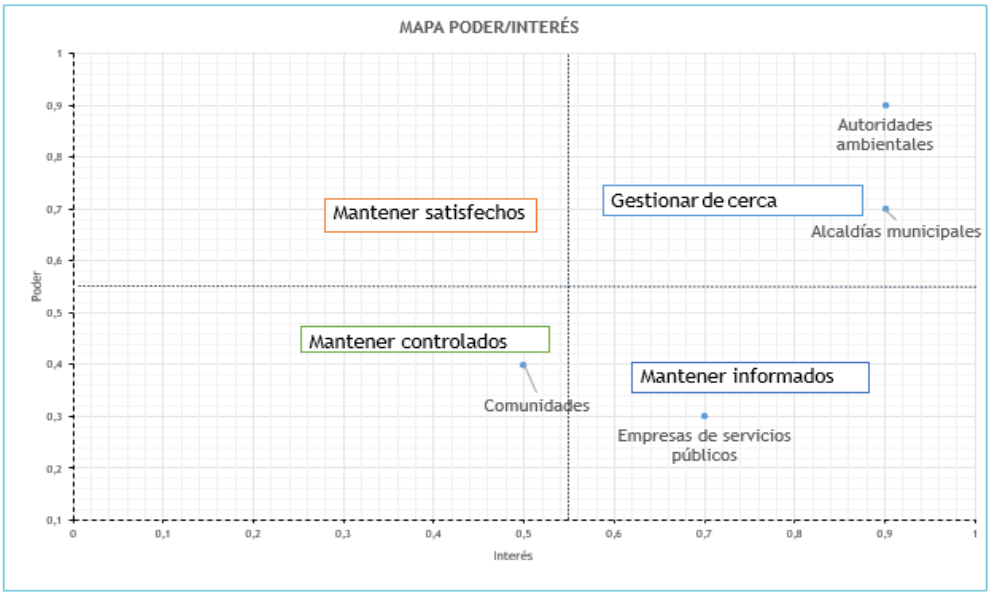
Nombre	Tipo de Actor	Características/ Expectativas	Valor Poder	Valor Interés	Estrategia de Gestión
Alcaldías municipales	Público	Alto poder de decisión/Implementación SUDS	0,7	0,9	Gestionar de cerca
Autoridades ambientales	Público	Alto poder de decisión/Mínimo impacto ambiental	0,9	0,9	Gestionar de cerca
Empresas de servicios públicos	Privado	Conocedor de los sistemas de agua/Mínimo impacto Económico	0,3	0,7	Mantener Informados
Comunidades	Comunitario	Conocedor de la zona/Control eventos negativos	0,4	0,5	Mantener controlados

Fuente: Construcción propia

Imagen 01

Mapa de stakeholders

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co
[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co



Fuente: Construcción propia

4. Definición de objetivos del SUDS

   Establecer y los objetivos del drenaje sostenible a implementar, por ejemplo:

- Infiltración de aguas lluvias
- Reducción de inundaciones
- Mejora de la calidad del agua
- Recuperación ambiental urbana.

5. Identificación y selección de alternativas de sistemas

   Se seleccionan las tipologías posibles de SUDS basados en las características del lugar, entre ellas tenemos:

Tabla 02

Tipos de SUDS y sus características

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co

[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co

Tipo de SUDS	Características
Superficies Permeables(Parques Lineales)	Pavimentos (adoquines, hormigón poroso) que permiten que el agua atraviese la superficie hacia el terreno, reduciendo la escorrentía superficial.
Jardines de Lluvia y Áreas de Bioretención	Zonas ajardinadas diseñadas para capturar, filtrar y absorber el agua de lluvia, mejorando la calidad del agua mediante procesos biológicos.
Cubiertas Verdes o Ecológicas	Techos cubiertos de vegetación que retienen agua de lluvia, reducen la escorrentía, mejoran el aislamiento térmico y fomentan la biodiversidad.
Zanjas y Pozos de Infiltración	Excavaciones rellenas de material drenante (como grava) que almacenan agua y facilitan su infiltración lenta en el subsuelo, ideales para captar agua de viales.
Cunetas Verdes/Vegetadas	Canales superficiales con vegetación que transportan, filtran y reducen la velocidad del agua de escorrentía.
Estanques y Balsas de Retención/Detención	Depósitos (superficiales o enterrados) diseñados para almacenar agua de lluvia temporalmente durante tormentas, permitiendo su liberación controlada y la
Humidales Artificiales (Wetlands)	Áreas húmedas creadas para gestionar aguas pluviales mediante procesos biológicos y fitodepuración, ofreciendo una alta eficiencia en la eliminación de contaminantes
Obras de Bioingeniería	Utilizan vegetación viva (fajinas, trinchos, filtros vivos) para estabilizar taludes, controlar erosión y restaurar suelos, funcionando como SUDS al infiltrar agua, reducir escorrentía y mejorar la biodiversidad. Actúan como infraestructura verde, recreando el ciclo hidrológico natural y protegiendo
Canales revestidos y disipadores de energía	Gestionan el agua pluvial en origen, reduciendo la escorrentía, controlando la velocidad de flujo y mejorando la calidad del agua a través de la infiltración, la retención y la laminación. Estos elementos son claves para la sostenibilidad en el diseño urbano

Fuente: Construcción propia

6. Evaluación de las alternativas seleccionadas

   Cada una de las alternativas de SUDS deben evaluarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Técnicos
- Económicos
- Ambientales
- Sociales
- De construcción
- Operacionales.

7. Diseño hidráulico

   A continuación, debe realizarse el diseño técnico, que incluye:

- Cálculo del caudal de diseño

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co

[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co

- Dimensionamiento de estructuras hidráulicas
- Análisis de precipitación
- Uso de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

8. Implementación y mantenimiento

Se realiza el plan de construcción, puesta en operación y mantenimiento para:

- Construcción de las estructuras
- Operación del sistema
- Mantenimiento preventivo
- Monitoreo de desempeño.

Los lineamientos de la autoridad ambiental en Antioquia para obras de mitigación, gestionados principalmente por Corantioquia, Cornare, Corpouraba y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), exigen un Plan de Manejo Ambiental (PMA) detallado. Este debe incluir la prevención, mitigación y compensación de impactos, inventario forestal previo, manejo de residuos sólidos y protección de drenajes.

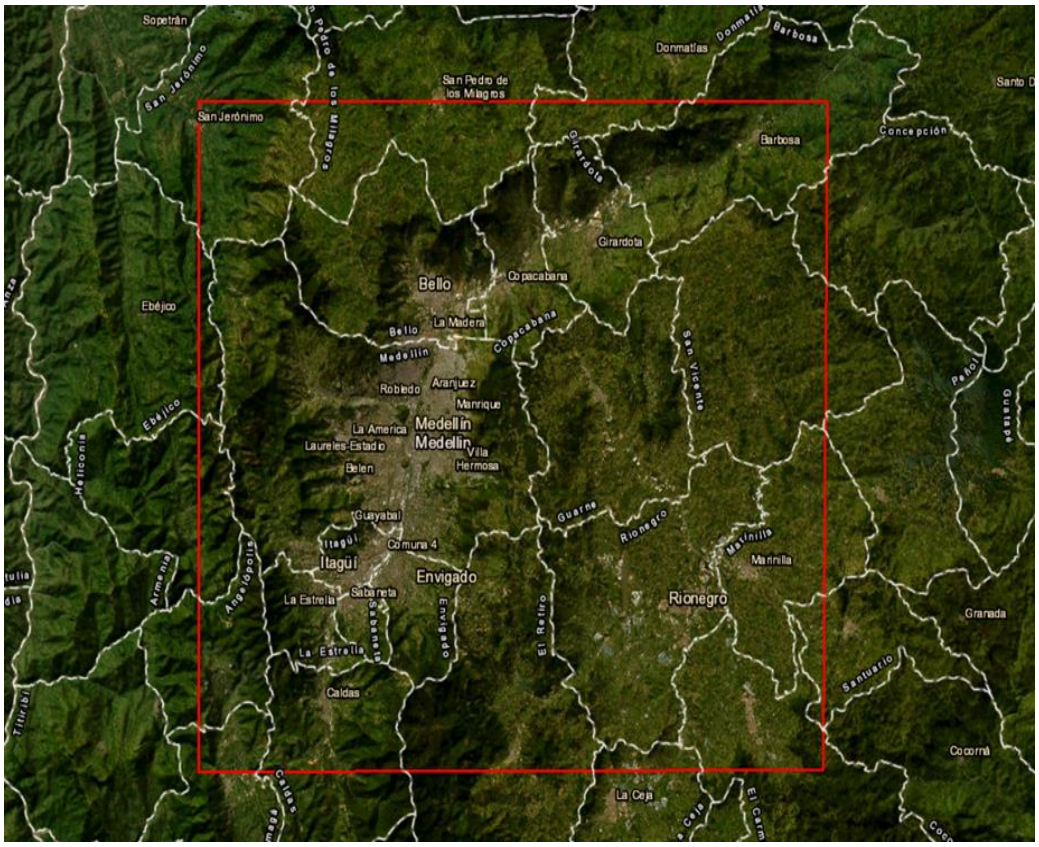
2. Valle de Aburrá (Antioquia)

Las siguientes condiciones del El Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia, permiten entender su disposición a los riesgos de las lluvias, esta zona cuenta con una cuenca natural formada por el río Medellín que se encuentra en el centro-sur del departamento, dentro de la Cordillera Central de los Andes. Dado que el río fluye a lo largo del valle de sur a norte, recibe diversos afluentes durante su trayecto. Su topografía es irregular con pendientes pronunciadas, y altitudes que están entre los 1.300 y los 2.800 metros sobre el nivel del mar

Imagen 02

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co
[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co

Área metropolitana del Valle de Aburrá

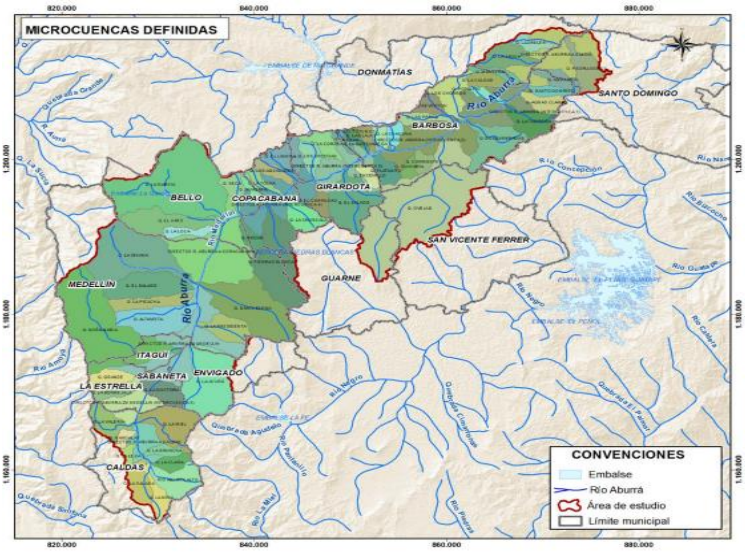


Fuente: Tomado de https://mastergis.com/proyecto/analisis-geoespacial-de-la-cuenca-rio-medellin-a-lo-largo-del-valle-de-aburra-en-el-departamento-de-antioquia-colombia

Imagen 03

Microcuencas definidas en la cuenca hidrográfica del río Aburrá

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co
[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co



Fuente: Tomado de Actualización Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá. 2016

La cuenca del río Aburrá presenta una alta amenaza de inundaciones, torrenciales, y movimientos en masa dentro de la zona, por lo tanto, es necesario realizar estudios más detallados, orientados para asegurar el control y mitigación de aquellas zonas que han sido zonificadas por parte de las entidades gubernamentales en condición de amenaza.

Bibliografía

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Guía metodológica para la formulación e implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible*. Gobierno de Colombia

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Plan de Gestión del Riesgo de Desastres del Valle de Aburrá 2019-2030. AMVA. https://www.metropol.gov.co/

Corantioquia. (2022). Guía técnica para la gestión del riesgo en zonas de ladera y cuencas hidrográficas. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.

[1]Yohana García Ossa, Constructora en Arquitectura e ingeniería, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Técnico Operativo de Gestión del riesgo, Alcaldía de La Unión Antioquia, Correo: yohana.garciao@unigustiniana.edu.co
[1]Juan Carlos Reyes Cáceres, Ingeniería de Sistemas, estudiante, Gerencia de Proyectos. Universitaria Agustiniana. Gestor de Proyectos, Pensemos S.I., Bogotá D.C.Colombia, Correo: juan.reyesc@unigustiniana.edu.co