

## Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS

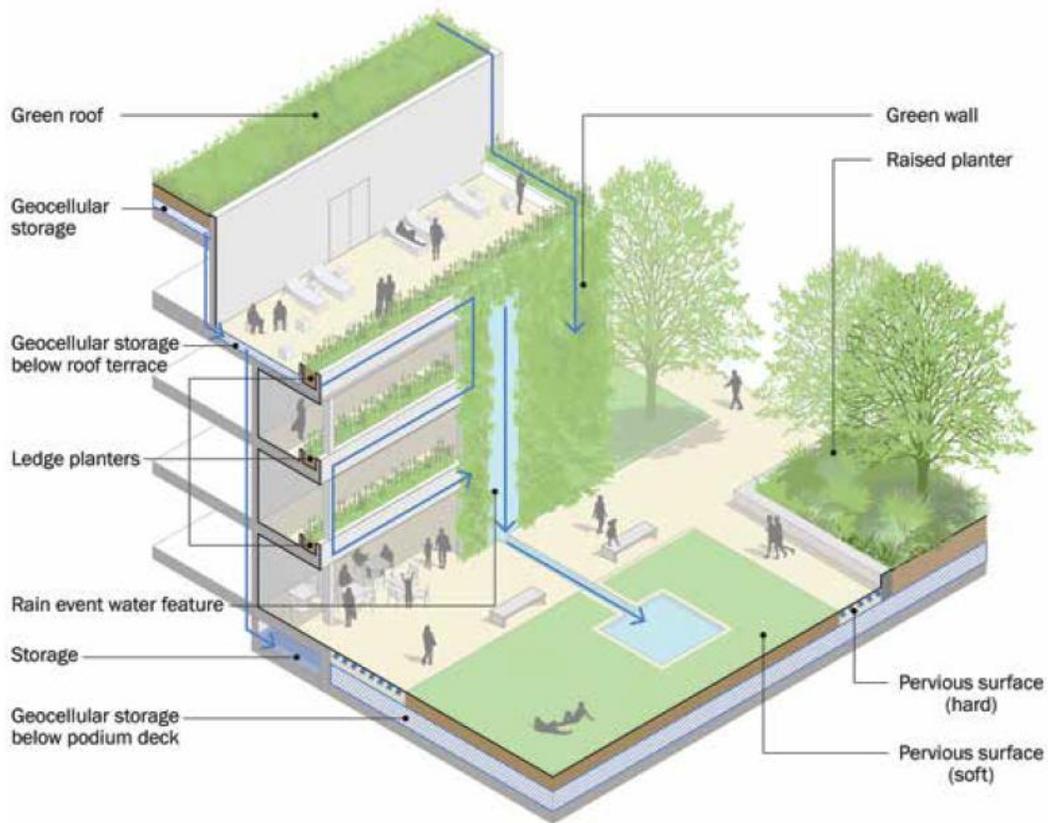


Figure 10.25 Typology 6 – Elevated spaces

Fuente: CIRIA, The Suds Manual, London 2015.



**DNP** DEPARTAMENTO  
NACIONAL  
DE PLANEACIÓN

**Dirección General**

Gloria Alonso Másmela

**Subdirección Territorial y de Inversión Pública**

Diego Dorado Hernandez

**Dirección del Sistema General de Regalías**

Julián Eduardo Polanía Polanía

**Coordinador Grupo de Estructuración**

Lina María Ramírez Arango

**Grupo de estructuración**

Lina Paola Jiménez Ríos  
Jhonatan Mauricio Feria Casas  
Germán Andrés Gutiérrez Pinzón  
Lucas Montaña Acevedo  
Carolina Herrera Hoyos  
Catalina Rubiano Ariza  
Verónica Villegas Sánchez  
Judith Antolinez Amaya  
Carlos Julio Torres Laiton  
Diego Sebastián Vargas Ramírez  
Ana Carolina Ramírez Ruiz  
Angela Eunice Hurtado Palacio  
Jennifer Gómez Martín  
Paola Angelica Puerto Fonseca  
Yarley Yobanny Cárdenas

**Director de Infraestructura y Energía Sostenible**

Luis Felipe Lota

**Director de Inversiones y Finanzas Públicas**

Yesid Parra Vera

**Grupo de Trabajo de Inversiones y Finanzas Públicas**

Zulma Espinosa  
Luis Fernando Serrano Serrano

**Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas.**

Wiston González del Río  
Liliana Johanna Olarte Ávila  
Carmen Elisa Villamizar Camargo



**MINAMBIENTE**

**Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

Ricardo José Lozano Picón

**Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental**

Maria Claudia García Davila

**Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio**

Roberto Mario Esmeral Berrio

**Director (E) de Cambio Climático y Gestión del Riesgo**

Giovanni Andrés Pabón Restrepo

**Director (E) Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana**

Mario Orlando Lopez Castro

**Grupo de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo**

Santiago Uribe Cuencas  
Kirstie Janinne Lopez Romero  
Lina Marcea Peñuela Zamudio  
Erika Ginett Amaya Rabe

**Grupo de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana**

Andrea Saldaña  
Leonardo Pérez Rubiano

**Con el apoyo de:**

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit  
(GIZ) GmbH



Felipe Gomez Villota

## Resumen

En este documento se presenta un **PROYECTO TIPO**, donde se describe un modelo de Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS, este proyecto está dirigido a las entidades territoriales que tienen escorrentías superficiales por lluvia y necesitan subsanar una problemática asociada con la inadecuada gestión de la misma; para poner en marcha el proyecto debe cumplir con las condiciones establecidas más adelante.

Es importante tener claridad que los componentes de diseño de este proyecto deben ser validados y ajustados a las realidades y características propias de cada entidad territorial.

Se incluye también una sección acerca del procedimiento constructivo para ejecutar este tipo de proyectos y un análisis del presupuesto estimado. Así mismo, se indican lineamientos básicos en cuanto a la sostenibilidad del proyecto para aplicar durante sus etapas de operación.



## Contenido

Introducción .....	6
1. Objetivos del documento.....	8
2. Problema por resolver.....	9
3. Lineamientos Normativos .....	16
4. Recursos necesarios para la construcción del proyecto .....	22
5. Condiciones para implementar el proyecto.....	23
5.1. Condiciones para implementar el proyecto.....	24
5.2. ¿Se cumple con las condiciones de implementación? .....	26
5.3. ¿Qué estudios se necesitan para el proceso de implementación? .....	27
5.4. ¿Qué diseños se deben validar o ajustar en el proceso de implementación?.....	29
6. Alternativa Propuesta.....	34
6.1. Características del Predio .....	39
6.2. Proceso Constructivo .....	40
6.3. Especificaciones generales .....	40
6.4. Interventoría y Supervisión del Proyecto.....	47
7. Presupuesto y Cronograma .....	48
7.1. Presupuesto.....	48
7.2. Cronograma.....	52
8. Operación y Mantrenimiento.....	53
9. Anexos .....	55

## Tablas

Tabla 1. Criterios para la implementación de lineamientos de sistemas urbanos de drenaje sostenible .....	24
Tabla 2. Alternativas de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS.....	34
Tabla 3. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Alcorque .....	49
Tabla 4. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Cuneta Verde.....	49
Tabla 5. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) jardín de bioretención.....	50
Tabla 6. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Tanque de Tormenta.....	50
Tabla 6. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Cubierta Verde .....	51
Tabla 4. Cronograma del proyecto.....	52

## Ilustraciones

Ilustración 1. Árbol de Problemas.....	13
Ilustración 2. Árbol de Objetivos.....	14
Ilustración 3. Flujograma del proceso de benefició de oro.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## Glosario

**Anden:** zona o la franja paralela a la vía de uso vehicular, destinada a la permanencia o tránsito de peatones. Su superficie debe ser dura para circulación, no obstante, dependiendo de la tipología que se defina, pueden generarse composiciones con superficies blandas (zonas verdes). Generalmente el andén se encuentra aun nivel superior al de la calzada para proteger al peatón del tráfico de la escorrentía superficial. El andén puede estar constituido por franjas *funcionales* que delimitan usos específicos. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Aguas Residuales:** Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fabricas o industrias (RAS 2000), pueden ser domesticas o no domesticas (Resolución 631 de 2015).

**Aguas Residuales Domesticas:** Son las procedentes de los hogares, así como de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a: 1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios. 2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos) de las áreas de cocina y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (no se incluyen las de los servicios de lavandería industrial). Ver resolución 631 de 2015.

**Aguas Residuales No Domesticas:** Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas ADR.

**Alcantarillado de aguas lluvias:** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias. (RAS 2000)

**Alcantarillado Sanitario:** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales. (RAS 2000).

**Alcantarillado Separado:** Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector. (RAS 2000)

**Áreas Libres:** las superficies duras o blandas sin cubrir o techar desde el nivel del terreno. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Área Cubierta:** cualquier superficie horizontal o inclinada que cubra un espacio, esta definido incluyendo terrazas, azoteas, cubiertas planas e inclinadas (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Cimentación:** Conjunto de los elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo. (NSR 10 – título C).

**Cobertura Vegetal:** superficies cubiertas con jardines y césped. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Espacio Verde:** además de la definición establecida para zona verde en el Decreto Nacional 798 de 2010, se incorpora a la definición los espacios verdes como aquellos que hacen parte del espacio público efectivo establecido, pueden ser arborizadas o no, tienen como objetivo propiciar la generación y sostenimiento ecosistémico de la ciudad y de garantizar el espacio mínimo vital para el desarrollo de los elementos naturales de la ciudad, garantizando la permeabilidad y estabilidad del suelo, la producción de oxígeno y la regulación de la temperatura entre otros beneficios. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Estructuración:** Es la actividad de la preinversión posterior a la formulación que comprende un conjunto de actividades y estudios de orden técnico, financiero, ambiental, social y legal que deben realizarse para definir el esquema más eficiente de ejecución de los recursos y dar inicio a la inversión con el menor margen de error posible, para así reducir los niveles de incertidumbre y los riesgos potenciales en diferentes aspectos.

**Etapas de Inversión:** Es la etapa en la cual se materializan las acciones que dan como resultado

los bienes o servicios objeto del proyecto. En esta etapa se realizan los procesos de ejecución y seguimiento y culmina cuando el o los productos obtenidos comienzan a generar beneficios (DNP – Glosario de la MGA).

**Etapa de Operación:** Etapa en el cual se utiliza el bien o servicio obtenido en la etapa de inversión y, por tanto, se inicia la generación del beneficio. Durante esta etapa se desembolsan los recursos necesarios para el ciclo productivo de la alternativa a lo largo de su funcionamiento, así como los correspondientes al mantenimiento de las obras y adquisiciones.

**Etapa de Preinversión:** Es la etapa del proyecto que involucra la formulación y evaluación ex ante del proyecto. En esta etapa, se identifica el problema o necesidad y se prepara la información pertinente para establecer si desde el punto de vista financiero, técnico, económico y ambiental es viable emprender el proyecto (DNP – Glosario de la MGA).

**Formulación:** Es la actividad inicial de la etapa de pre inversión que cubre aspectos como la identificación de una problemática, necesidad u oportunidad, su adecuada caracterización, su articulación con los desafíos previstos en los Planes de Desarrollo, el planteamiento de las posibles alternativas de solución y la determinación de la más adecuada.

**Franjas Funcionales<sup>1</sup>:** División en secciones de los andenes en cuatro franjas funcionales, cada una con una función específica. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Franja de servicio de la calzada (FS):** ubicada entre la calzada y la franja de amueblamiento, su función es servir de protección entre el tráfico rodado y el peatón. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Franja de amoblamiento:** franja entre la de servicio de calzada y la de circulación, dentro de la cual se ubica la vegetación y el mobiliario urbano de Bogotá. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Franja de Circulación:** es la franja destinada a la circulación peatonal. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Franja de Servidumbre de la Edificación:** es el área adyacente al perímetro de la propiedad, y está vinculada estrechamente al uso de las mismas, entendiéndose nula a efectos de circulación peatonal. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Mantenimiento:** Acciones preventivas y correctivas que se ejecutan en las estructuras, instalaciones y equipos de manera periódica para su conservación y reparación, a fin de garantizar su funcionalidad durante la vida de servicio del bien.

**Rivera:** Río pequeño de escaso caudal y profundidad que puede secarse. / Cauce por el que fluye el agua de este río.

**Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS:** son sistemas definidos en nuevas áreas a desarrollar o de renovación urbana, con el fin de potenciar el valor ambiental del sistema hídrico y contribuir al manejo de los riesgos ambientales asociados a la escorrentía urbana. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Superficie impermeable:** elemento que no permite la filtración y deja fluir las aguas lluvias superficialmente. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Superficie permeable:** elemento con capacidad para infiltrar, mantener, y manejar las aguas lluvias en un tiempo dado, sin que afecte su estructura. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

**Superficie dura permeable:** materiales, que permiten el paso del agua a través de los mismos permitiendo que esta se infiltre en el terreno o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización y evacuación. (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible,

---

<sup>1</sup> Definición cartilla de andenes DECRETO 602 DE 2007 Por el cual se actualiza la Cartilla de Andenes, adoptada mediante Decreto Distrital 1003 de 2000, y se dictan otras disposiciones.

Documento Técnico de Soporte SUDS, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

### **TIPOS DE INUNDACIONES<sup>2</sup>**

**Inundación:** Es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento

**Inundación de tipo aluvial (inundación lenta):** se produce cuando hay lluvias persistentes y generalizadas dentro de una gran cuenca, generando un incremento paulatino de los caudales de los grandes ríos hasta superar la capacidad máxima de almacenamiento; se produce entonces el desbordamiento y la inundación de las áreas planas aledañas al cauce principal. Las crecientes así producidas son inicialmente lentas y tienen una gran duración.

### **Inundación de tipo torrencial (inundación súbita)**

Producida en ríos de montaña y originada por lluvias intensas. El área de la cuenca aportante es reducida y tiene fuertes pendientes. El aumento de los caudales se produce cuando la cuenca recibe la acción de las tormentas durante determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración. Estas inundaciones son generalmente las que causan los mayores estragos en la población por ser intempestivas.

**Encharcamiento:** Fenómeno a causa de la saturación del suelo producidas por lluvias normales, caracterizado por la presencia de láminas delgadas de agua sobre la superficie del suelo en pequeñas extensiones y por lo general, presente en zonas moderadamente onduladas a planas. El fenómeno puede durar desde pocas horas hasta algunos días. En la ciudad, se presentan por deficiencias o falta de drenajes de aguas lluvias.

---

<sup>2</sup> Informe FOPAE

<http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/inundaciones/genera>





# Introducción

Bienvenidos. En sus manos se encuentra un **PROYECTO TIPO** que contiene los aspectos estándar, metodológicos y técnicos para que las Entidades Territoriales que requieran atender un problema específico, puedan de manera ágil, hacer realidad la solución en su territorio. Su aplicación genera dos importantes ahorros:

- **Hasta el 70% de los costos calculados de preinversión.**
- **Hasta cuatro meses en la formulación y estructuración.**

Para la correcta y eficiente formulación del proyecto, este proyecto tipo debe acompañarse de dos herramientas:

1. El material de apoyo para formular y estructurar proyectos de inversión. Estas guías contienen los aspectos conceptuales necesarios para la formulación de un proyecto de inversión pública y puede ser consultada en la página web <https://www.dnp.gov.co/NuevaMGA/Paginas/Ayuda-de-la-MGA.aspx>
2. Los *contratos y pliegos Tipo* que servirán de referencia para la fase contractual y en lo referente a la adquisición de bienes y servicios. ([www.colombiacompra.gov.co/manuales-guias-y-pliegos-tipo/dnp](http://www.colombiacompra.gov.co/manuales-guias-y-pliegos-tipo/dnp))

Como ayuda para facilitar la formulación del proyecto, se presenta como ejemplo anexo a este documento una MGA-Web diligenciada, la cual

debe ser ajustada con los datos reales de su entidad territorial.

Este documento contiene un **PROYECTO TIPO** para **Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS**, que consiste en los requerimientos mínimos para el diseño de sistemas de captación y retención de agua para gestionar eficientemente la escorrentía superficial de lluvia. Esta alternativa de solución está diseñada cumpliendo con las indicaciones dadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Vivienda y la orientación de Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH para este tipo de intervenciones.

El contenido de este documento le permitirá avanzar de manera guiada en la formulación y estructuración del proyecto, a fin de lograr su financiación y ejecución; se incluye:

- Identificación, análisis causal y dimensionamiento del problema.
- Detalle técnico de la alternativa propuesta y su costo aproximado.
- Cronograma estimado para la ejecución.
- Identificación de las actividades y los recursos requeridos para el mantenimiento y operación.

Es importante que tenga en cuenta que en este documento **algunos datos fueron asumidos**, lo cual implica que, para su formulación e implantación, se necesitará ajustar dicha información a las realidades particulares de su entidad territorial y de la localización específica del proyecto.

En este documento se utilizan dos íconos de referencia para diferenciar el contenido de mayor relevancia para quienes estructuran el proyecto y para quienes tienen la responsabilidad técnica de ejecutarlo.



Indica información de interés para la formulación del proyecto.



Indica información de interés para la formulación del proyecto.

La información contenida en este documento puede ser actualizada, tanto en sus cifras, como en las normas que aplican para su formulación. Recomendamos consultar la página <https://proyectostipo.dnp.gov.co> con el fin de verificar si el presente documento ha sido actualizado.



## 1. Objetivos del documento

El objetivo de este documento es presentar un **PROYECTO TIPO** que sirva como punto de referencia a las entidades territoriales con la dificultad de implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial y que, por las condiciones particulares, requieran de intervenciones costo-eficientes que permitan optimizar el uso de los recursos destinados a mitigar los efectos generados por la inadecuada gestión ambiental. De la misma manera, la implementación de este proyecto pretende mejorar la calidad del recurso hídrico y aumentar la capacidad de regulación hídrica en zonas urbanas.

Previo a la realización de inversiones encaminadas a la ejecución de un proyecto de este tipo, debe haberse establecido la dificultad de la entidad territorial en la gestión de la escorrentía superficial por lluvias y evidenciar de forma reiterada

inundaciones ocasionadas por esta razón, de esta forma puede evidenciarse problemas u oportunidades que puedan solucionarse con el diseño y construcción de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS). En general, mediante un proyecto como este se pretende:

- Aportar una alternativa de solución, agilizando las tareas de formulación y diseño, generando ahorros en costos y tiempo.
- Mejorar los procesos de diseño, mediante la definición y desarrollo de los aspectos técnicos esenciales necesarios para la ejecución de este tipo de proyectos.
- Guiar a las Entidades en las actividades de formulación y estructuración de proyectos para contribuir al fortalecimiento de los procesos de gestión de recursos públicos.



## 2. Problema por resolver

En este numeral se identifica la situación problema y se definen los objetivos dirigidos a solucionarla o mitigarla mediante la ejecución de un proyecto de **Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS**.

Para definir la justificación del proyecto, la pregunta a contestar es la siguiente:

*¿Su entidad territorial presenta inadecuada gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia?*

“La complejidad del territorio colombiano, en el cual confluye diversas amenazas de origen geológico e hidrometeorológico, unido al proceso de ocupación y uso del territorio han contribuido al aumento de las condiciones de riesgo de desastres. Como reflejo de lo anterior, Colombia presenta la tasa más alta de Latinoamérica de desastres recurrentes provocados por fenómenos naturales, con más de 600 eventos reportados cada año en promedio (Banco Mundial, 2014, p. 6) y el décimo lugar de más riesgo económico derivado de dos o más peligros a causa de desastres en el mundo, en la medida que el 84,7% de la población y el 86,6% de los activos están localizados en áreas expuestas a dos o más peligros naturales (Banco Mundial, 2014, p. 5).”<sup>3</sup>

Lo expuesto líneas arriba, son fenómenos generados por el cambio climático, que se repiten de manera sistemática no solo en Colombia, sino en el mundo en general; la necesidad de responder a estos riesgos obliga a evaluar las políticas desarrolladas por el estado para generar estrategias

de adaptación al cambio climático y de esta manera mitigar los efectos que en escenarios complejos pueden afectar aspectos económicos, sociales y por supuesto ambientales al país.

Por esta razón el crecimiento verde y la adaptación al cambio climático se vuelven un objetivo fundamental dentro de la estrategia de mejorar los indicadores que permiten medir el avance del país en esta materia. Uno de los riesgos generados fenómenos asociados al cambio climático es el riesgos por inundaciones; inundaciones ya sea de tipo aluvial o torrencial pero que tienen un origen común, la inadecuada gestión de la escorrentía superficial de lluvia; ejemplo de esto es Cartagena, Fuagasuga y Barranquilla; quienes historicamente se ven afectadas por el fenómeno mencionado y esto ha obligado a plantear una discusión de fondo en donde desde las políticas públicas y las soluciones técnicas se deben brindar las herramientas necesarias para afrontar la situación presentada de forma correcta.

Uno de los factores que mas influye en que las escorrentías superficiales por lluvias se vuelvan un factor determinante en los procesos de inundación de las ciudades tiene que ver con elementos como el rapido crecimiento urbano que debido al alto numero de construcciones sobrepasa las capacidades de las redes de alcantarillado, la escasa cultura ciudadana que a través de la contaminación bloquea los sumideros de la ciudad y el aumento de superficie impermeable en espacio público y edificaciones en general que no aportan a retener

<sup>3</sup> PND 2014-2018 pág. 660

agua y por el contrario la evacuan toda de forma directa a las redes de la ciudad.

Las ciudades colombianas son en su mayoría el resultado de varios fenómenos; uno de ellos es la falta de planificación ya que actualmente los planes de ordenamiento territorial se encuentran desactualizados y es necesario repensarlos desde los riesgos asociados a la ocupación del territorio y factores como el cambio climático. Otro factor es el crecimiento informal causado por las migraciones, el desplazamiento forzado, los procesos de gentrificación y el alto costo del suelo urbano que se traduce en crecimiento desbordado de la ciudad, el aumento de suelo urbanizable y lo que es más preocupante, sin ningún tipo de planificación.

Esto se repite de manera sistemática no solo en Colombia, sino en Latinoamérica y en el mundo; cuando se recorren las ciudades colombianas el panorama es desalentador, ciudades configuradas a partir de grandes avenidas, edificios, viviendas, centros comerciales que contrastan con la falta de espacio público, arborización y zonas verdes; los SUDS buscan trabajar en diferentes escenarios siendo el espacio público el más destacable ya que por su vocación se puede intervenir.

Si bien es cierto que se han venido adelantando estrategias de implementación de SUDS en algunas ciudades colombianas, al no ser política pública, el avance en la implementación de ellos es insipiente; los más usados son cubiertas verdes, fachadas verdes y cunetas verdes apoyados por los sistemas naturales de la ciudad no pensados para ese fin pero eficientes como parques, sardineles, separadores, reservas naturales y la arborización en general; sin embargo sigue siendo infinitamente mayor el porcentaje de superficie impermeable en relación a la superficie filtrante deseable para la ciudad.

A propósito de lo expuesto anteriormente, la Cartilla de Andenes de Bogotá desarrollada por la Alcaldía Mayor de Bogotá en 2015, destaca dentro de sus estrategias de adaptación al cambio climático la adopción de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS; *En el diseño de andenes, la generación, mantenimiento y preservación de las zonas blandas con cobertura vegetal y el manejo de materiales de piso permeables y con pendiente hacia las zonas de filtración de aguas lluvias contribuyen al control y aprovechamiento de escorrentía urbana, la mitigación de los riesgos de ocurrencia de fenómenos de inundación y el mejoramiento de la calidad ambiental y paisajística de la ciudad.*

Para el caso específico de este proyecto tipo, se identificó que se atiende un problema central asociado a la inadecuada gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia. Esto afecta directamente la calidad de vida de las comunidades con problemas frecuentes de inundaciones por lluvias, genera la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, el deterioro de la infraestructura urbana y el entorno entre otras.

A escala general, entre las posibles causas que originan el problema central están:

1. Disminución de sistemas naturales que puedan regular la escorrentía de lluvia en las zonas urbanas; debido al aumento de la superficie impermeable en zonas de urbanización a causa de la falta de reglamentación que defina y obligue a cumplir porcentajes mínimos de superficies filtrantes y a la ocupación ilegal de suelo urbano que genera un crecimiento no planificado que desconoce zonas filtrantes naturales como parques, jardines y arborización en general; además debido a la

escases de suelo urbano la ciudad sigue creciendo y termina por ocupar zonas de riesgo o con alta vulnerabilidad a desastres naturales como rondas de río, que por norma debe tener una zona de protección de mínimo 30 metros a cada lado por los ciclos históricos de inundación y desbordamiento de los mismos. Otro factor es el poco interés que despierta en los desarrolladores de proyectos inmobiliarios el adoptar estándares de diseño arquitectónico y urbano para la implementación de SUDS, por lo cual es necesario generar mecanismos que articulen los esfuerzos del sector público y privado en el desarrollo y adopción de estrategias enfocadas a generar adaptación al cambio climático y que sean ambientalmente sostenibles y amigables con el entorno.

2. Limitada capacidad de los sistemas de drenaje actuales en el manejo adecuado de las escorrentías de lluvia; debido al uso de soluciones tradicionales en el manejo de la escorrentía, soluciones que son obsoletas y se ven limitadas a la alta demanda de evacuación de agua de las urbes modernas; los sistema de drenaje urbano de las ciudades se ve sobrepasado a causa crecimiento desbordado de las mismas; de igual forma la falta de implementación de sistemas complementarios a los sistemas tradicionales usados por la ciudad contribuye a la limitada capacidad en el manejo de las escorrentías; la inadecuada gestión integral en el manejo de los residuos

sólidos también influye en los efectos generados por las lluvias; el taponamiento de sumideros, cunetas, alcantarillas y canalizaciones urbanas evitan que el agua sea evacuada de forma adecuada y aumenta la escorrentía en la entidad territorial.

El proyecto sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS, responde a la necesidad creciente de disminuir las afectaciones generadas a las entidades territoriales por inundaciones causadas por el inadecuado manejo ambiental de escorrentías de lluvia; de esta manera se mejora la calidad del recurso hídrico, se aumenta la capacidad de regulación del recurso hídrico en zonas urbanas, se contribuye a la conservación de la biodiversidad y de servicios ecosistémicos, así como a la conservación de la infraestructura, se mejora la calidad de vida de la población y se evitan eventos hidrometeorológicos extremos; de igual forma se responde a compromisos adquiridos en pactos internacionales relacionados a generar estrategia para mitigar los efectos del cambio climático a nivel nacional.

*El agua filtrada a través de capas de suelo natural con cobertura vegetal, o de pavimentos permeables, es captada y transportada para su retención temporal y ser infiltrada al suelo de cimentación si éste tiene condición drenante o para que sea vertida al drenaje convencional o directamente a un cauce natural. También se puede contemplar el aprovechamiento o reciclaje de esta agua, controlando cantidad, calidad y tiempo, siendo necesario para ello un sistema hidráulico que incluya tanques de almacenamiento.<sup>4</sup>*

---

<sup>4</sup> Cartilla de Andenes, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015

En este contexto, los efectos que se generan en el marco del proyecto de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS y que se pretende mitigar se resumen en:

1. La pérdida de la capacidad de regulación hídrica en zonas urbanas: esto se traduce en mayor vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos externos como inundaciones aluviales o inundaciones torrenciales especialmente en zonas bajas, o afectaciones no tan graves como encharcamientos producto de lluvias que hacen evidente la inadecuada gestión ambiental de las escorrentías; esto genera deterioro de la infraestructura urbana y el entorno, dañando edificaciones, infraestructura pública como parques, plazas, canchas, mobiliario, andenes, vías de tránsito urbano afectando los sistemas de transporte público de la ciudad, el comercio que en términos generales afecta a la población; de la misma manera, la no recarga de acuíferos que trae una disminución de las reservas de agua para consumo humano y menor capacidad de gestión del riesgo por desabastecimiento.
2. Las afectaciones de la calidad del recurso hídrico: que se traduce en el deterioro del entorno ambiental a causa de la presión sobre las fuentes receptoras, esto como consecuencia de la saturación de las mismas a causa de la concentración de contaminación arrastradas por la escorrentía; de esta manera se contaminan

los depósitos de agua para el consumo humano generando afectaciones a la calidad de vida de la población además de la pérdida de la biodiversidad y de servicios ecosistémicos que no solo son afectados por la escorrentía sino también por la contaminación que la misma trae; esa contaminación termina expandiéndose por el territorio generando un daño aún mayor que los daños físicos.

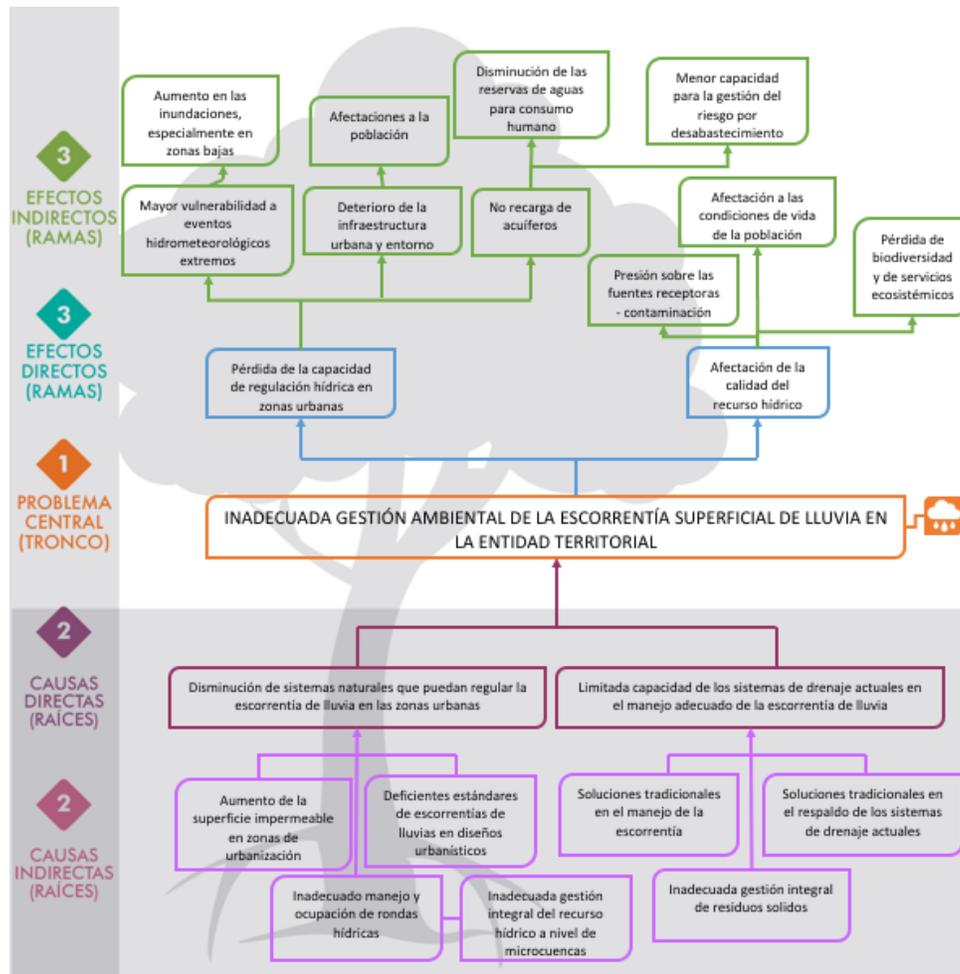
En este orden de ideas, el proyecto a implementar buscará implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia. Para llevar a cabo con éxito este objetivo, se plantea:

- Incrementar los sistemas que puedan regular la escorrentía superficial en zonas urbanas
- Ampliar la capacidad de los sistemas de drenaje actuales en el manejo adecuado de la escorrentía

Además, como parte del proyecto, como ya se mencionó, para lograr este objetivo se requerirá:

- Generar estrategias y políticas públicas para responder a las condiciones naturales que implica generar adaptación al cambio climático
- Promover el uso de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS como sistemas de adaptación al cambio climático en los espacios y edificios públicos de las entidades territoriales.

Ilustración 1. Árbol de Problemas.



Causas que busca resolver este **PROYECTO TIPO<sup>5</sup>**

Es importante destacar que tanto el árbol de problemas como el de objetivos aquí representados, constituyen un ejemplo que describe una situación hipotética; de este modo, cada entidad deberá realizar un ejercicio similar para identificar la problemática (objetivo) central de su situación particular, así como sus causas (medios) y efectos (fines) asociados.

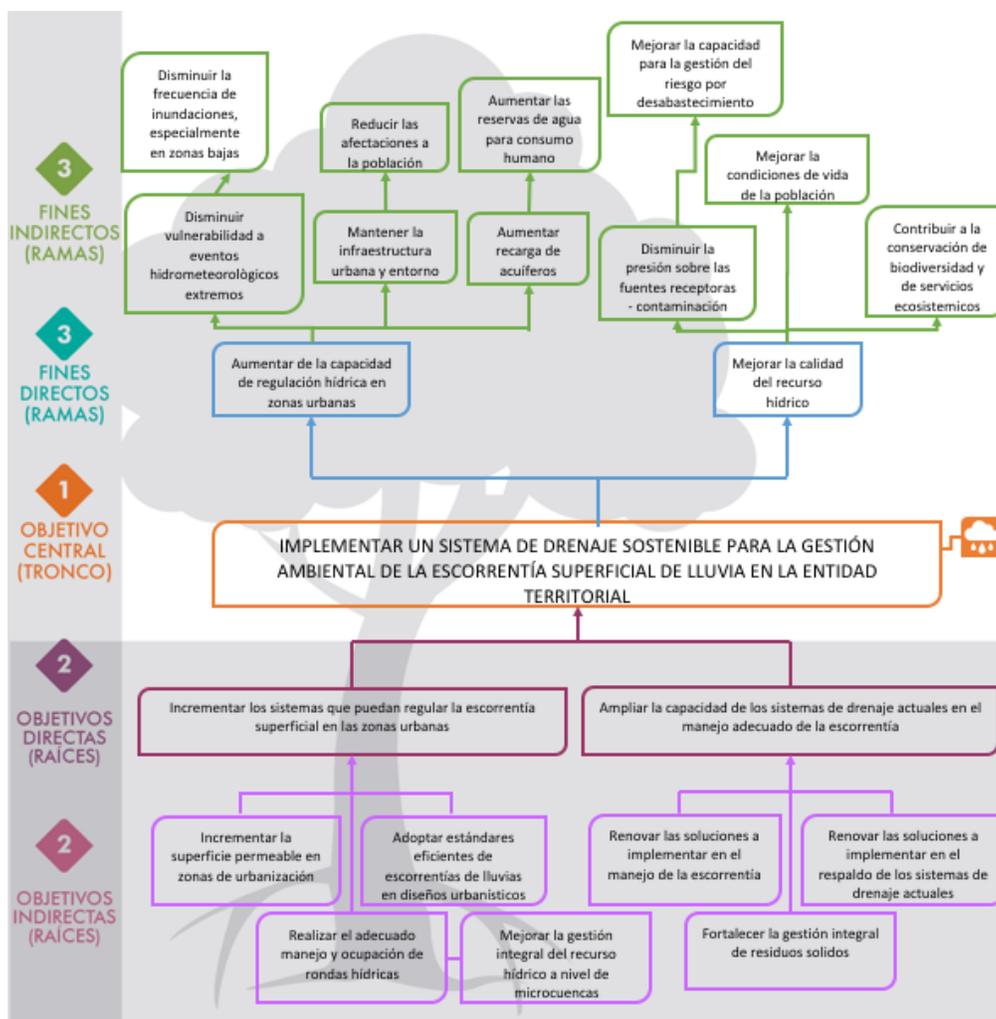
Es importante acotar que la percepción de los beneficiarios hacia los programas de sistemas urbanos de drenaje sostenible está fuertemente

relacionada con un componente de desarrollo cultural, hábitos y tradiciones. Es por ello por lo que para implementar este proyecto tipo se debe socializar el diseño con los beneficiarios a fin de conocer su nivel de aceptación.

Teniendo ya más claridad sobre el contexto que puede dar lugar a la problemática existente y sobre cómo la alternativa propuesta en este proyecto aborda la solución para su entidad territorial, se procede a presentar los esquemas de árbol de problemas y de objetivos.

<sup>5</sup> Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos

Ilustración 2. Árbol de Objetivos.



Fines de Objetivos de este **PROYECTO TIPO<sup>6</sup>**

El proyecto tipo de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS contribuirá al cumplimiento de los estándares nacionales y aportando a los objetivos y compromisos adquiridos por el país en materia de adaptación al cambio climático por dos razones principales:

1. Proporcionará los lineamientos para el diseño de la infraestructura necesaria para una adecuada gestión ambiental en el manejo de la escorrentía de lluvia.
2. Tiene en cuenta dentro de los costos de operación y mantenimiento, todas las actividades necesarias para garantizar el

<sup>6</sup> Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos

aprovechamiento total de la vida útil de la infraestructura y el equipo.

Por último, se debe tener en cuenta que la presente alternativa (sistemas urbanos de drenaje sostenible) es un proyecto estandarizado cuyo principal objetivo es la simplificación del proceso de formulación y ejecución de proyectos, por lo tanto, la utilización del prototipo debe justificarse a partir de las necesidades propias de cada Entidad Territorial.

En este sentido, los formuladores de proyectos no están exentos de llevar a cabo un proceso comprensión y serio de planeación que permita demostrar que la solución estándar aquí planteada es la idónea para atender su problemática y situación actual.

### **¿Por qué debe avanzar con este proyecto?**

La construcción de un proyecto de sistema de drenaje sostenible SUDS es la mejor decisión para atender las necesidades de una comunidad de afectada por escorrentías cuando existen elementos que garanticen el éxito de la inversión, como el acompañamiento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, esto hará que las afectaciones a la población, el medio ambiente y la infraestructura en general disminuya por este concepto; de igual forma, los efectos negativos que genera la inadecuada gestión ambiental de la escorrentía de lluvia, serán mitigados evitando así efectos negativos a la salud de las comunidades, el deterioro del medio ambiente, las fuentes hídricas, y la infraestructura de los lugares en donde se desarrolle este fenómeno.

La alta pluviosidad en el territorio es un factor que incide de forma directa en el fenómeno de las

inundaciones y en la eficiencia de los sistemas de drenaje. Después de considerar estos factores y de analizar diferentes alternativas relacionadas con adaptación al cambio climático y los riesgos asociados a ellos, se llega a la conclusión que los sistemas urbanos de drenaje sostenibles SUDS es lo más rentable, con los menores riesgos, con el mayor impacto social y ambiental, entonces **se debe avanzar con este proyecto.**

### **¿Ha analizado las alternativas?**

Es importante tener en cuenta que existen otras alternativas de solución, que no serán abordadas en este proyecto, sin embargo, se debe contar con los estudios y análisis que permitan sustentar que la construcción de los SUDS para la adecuada gestión de la escorrentía es la mejor opción posible. Entre los pasos a seguir para hacer esta evaluación usted debe:

1. Explicar por qué la construcción de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS para de la adecuada gestión de la escorrentía es la mejor solución.
2. Analizar los beneficios para la Entidad Territorial al construir este tipo de infraestructura.
3. Tener claro que la necesidad es real. Construir el árbol de problemas con la comunidad.
4. Recordar que una inversión que no está sustentada en una necesidad real puede traer consecuencias disciplinarias.
5. Comparar diferentes alternativas para solucionar el problema, considerando no solo actividades relacionadas con adaptación al cambio climático, sino también, otras actividades que estén acordes con los fenómenos de inundación en la entidad territorial.



### 3. Lineamientos Normativos

Este proyecto está diseñado para la aplicación de los **Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS** que cumpla con todas las normas que le son aplicables.

**Marco Legal para la implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS.**

Con propósito informativo, se presenta a continuación el marco normativo relacionado con este **PROYECTO TIPO**:

#### **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.**

**"ARTICULO 2.** *Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, **promover la prosperidad general** y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo."*

**"ARTICULO 4º.** *La Constitución es norma de normas. En todo caso de incompatibilidad entre la Constitución y la ley u otra norma jurídica, se aplicarán las disposiciones constitucionales. Es deber de los nacionales y de los extranjeros en Colombia acatar la Constitución y las leyes, y respetar y obedecer a las autoridades."*

**"ARTICULO 7º.** *El Estado reconoce y protege la diversidad étnica y cultural de la Nación colombiana."*

**"ARTICULO 8º.** *Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación."*

**"ARTICULO 63.** *Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables."*

**"ARTICULO 79.** *Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines."*

**"ARTICULO 80.** *El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas."*

**"ARTICULO 82.** *Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular. Las entidades públicas participarán en la plusvalía que genere su acción urbanística y regularán la utilización del suelo y del*

*espacio aéreo urbano en defensa del interés común.”*

**"ARTICULO 88.** *La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad públicos, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.”*

**"ARTICULO 90.** *El Estado responderá patrimonialmente por los daños antijurídicos que le sean imputables, causados por la acción o la omisión de las autoridades públicas. En el evento de ser condenado el Estado a la reparación patrimonial de uno de tales daños, que haya sido consecuencia de la conducta dolosa o gravemente culposa de un agente suyo, aquél deberá repetir contra éste.”*

**"ARTICULO 332.** *El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.”*

### **Normatividad Regalías**

**Acto Legislativo 05 de 2011.** *Por el cual se constituye el Sistema General de Regalías, se modifican los artículos 360 y 361 de la Constitución y se dictan otras disposiciones sobre el régimen de regalías y compensaciones.*

**Artículo 361.** *Los ingresos del Sistema General de Regalías se destinarán al financiamiento de proyectos para el desarrollo social, económico y ambiental de las entidades territoriales; al ahorro para su pasivo pensional; para inversiones físicas en educación, para inversiones en Ciencia, Tecnología e Innovación; para la generación del ahorro público; para la fiscalización de la exploración y la explotación de los yacimientos y conocimiento y cartografía geológica del subsuelo; y para aumentar la competitividad en general de la economía buscando mejorar las condiciones sociales de la población. (...)*

**Ley 1530 de 2012.** *Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías.*

**Artículo 1. Objeto.** *Conforme con lo dispuesto en el artículo 360 de la Constitución Política, la presente ley determinará la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios. Este conjunto de ingresos, asignaciones, órganos, procedimientos y regulaciones constituye el Sistema General de Regalías.*

**Artículo 2. Objetivos y fines.** *Conforme con lo dispuesto por los artículos 360 y 361 de la Constitución Política, son objetivos y fines del Sistema General de Regalías los siguientes:*

1. *Crear condiciones de equidad en la distribución de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, en orden a generar ahorros para épocas de escasez, promover el carácter contracíclico de la política*

*económica y mantener estable el gasto público a través del tiempo.*

- 2. Propiciar la adopción de mecanismos de inversión de los ingresos minero-energéticos que prioricen su distribución hacia la población más pobre y contribuya a la equidad social.*
- 3. Promover el desarrollo y competitividad regional de todos los departamentos, distritos y municipios dado el reconocimiento de los recursos del subsuelo como una propiedad del Estado.*
- 4. Fomentar la estructuración de proyectos que promuevan el desarrollo de la producción minero-energética, en particular la minería pequeña, mediana y artesanal.*
- 5. Fortalecer la equidad regional en la distribución de los ingresos minero-energéticos, a través de la integración de las entidades territoriales en proyectos comunes; promoviendo la coordinación y planeación de la inversión de los recursos y priorización de grandes proyectos de desarrollo.*
- 6. Propiciar mecanismos y prácticas de buen gobierno.*
- 7. Propiciar la inclusión, equidad, participación y desarrollo integral de las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, del pueblo Rom o Gitano y de los pueblos y comunidades indígenas, de acuerdo con sus planes de etnodesarrollo y planes de vida respectivos.*
- 8. Incentivar o propiciar la inversión en la restauración social y económica de los territorios donde se desarrollen actividades de exploración y explotación de recursos naturales no renovables, así como en la protección y recuperación ambiental, sin*

*perjuicio de la responsabilidad ambiental que le asiste a las empresas que adelanten dichas actividades, en virtud de la cual deben adelantar acciones de conservación y recuperación ambiental en los territorios en los que se lleven a cabo tales actividades.*

**Decreto 1082 de 2015.** *Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector administrativo de Planeación Nacional.*

**Artículo 1.1.1.1. El Departamento Nacional de Planeación.** *El Departamento Nacional de Planeación tiene como objetivos fundamentales la coordinación y diseño de políticas públicas y del presupuesto de los recursos de inversión; la articulación entre la planeación de las entidades del Gobierno Nacional y los demás niveles de gobierno; la preparación, el seguimiento de la ejecución y la evaluación de resultados de las políticas, planes, programas y proyectos del sector público, así como realizar en forma permanente el seguimiento de la economía nacional e internacional y proponer los estudios, planes, programas, y proyectos para avanzar en el desarrollo económico, social, institucional y ambiental, y promover la convergencia regional del país.*

*Es órgano del Sistema General de Regalías (SGR), integra la Comisión Rectora del Sistema General de Regalías, y ejerce la secretaría técnica de la misma.*

*Como secretaría técnica del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), apoya al Presidente de la República en el ejercicio de su función de máximo orientador de la planeación nacional de corto, mediano y largo plazo*

**Acuerdo 045 de 2017 de la Comisión Rectora.** *Por medio del cual se expide el Acuerdo Único del Sistema General de Regalías (SGR), y se dictan otras disposiciones.*

*5.2. Eje - Desarrollo ambiental, económico y social sostenible en los territorios donde se explore y explote RNNR.*

*Este eje reconoce que la explotación de RNNR genera impactos en los territorios productores, por lo tanto, busca en estos:*

- 1. Promover el desarrollo de la producción minero-energética, en particular la minería pequeña, mediana y artesanal.*
- 2. Generar entornos favorables para realizar la actividad extractiva, de tal manera que permita el cumplimiento de los objetivos económicos del país.*
- 3. Alcanzar un desarrollo ambiental, económico y social sostenible en el tiempo.*

*Para la ejecución de esta estrategia que contribuye definitivamente a la estabilidad económica del SGR, se plantean dos objetivos:*

- 1. Fomentar la estructuración de proyectos que promuevan el desarrollo de la producción minero energética, en particular la minería pequeña, mediana y artesanal.*
- 2. Incentivar o propiciar la inversión en la restauración social y económica de los territorios donde se desarrollen actividades de exploración y explotación de RNNR, así como en la protección y recuperación ambiental, sin perjuicio de la responsabilidad ambiental que les asiste a las empresas que adelanten dichas actividades, en virtud de la cual deben adelantar actividades de conservación y recuperación.*

#### **LEY 9 DE 1989**

*"Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones".*

**ARTÍCULO 7º.** *"Establece que los municipios podrán crear entidades responsables de administrar, desarrollar, mantener y apoyar financieramente el espacio público, así como también podrán contratar con entidades privadas la administración, mantenimiento y aprovechamiento económico de los bienes de uso público."*

**Artículo 38º.** *"Las entidades públicas no podrán dar en comodato sus inmuebles sino únicamente a otras entidades públicas, sindicatos, cooperativas, asociaciones y fundaciones que no repartan utilidades entre sus asociados o fundadores ni adjudiquen sus activos en el momento de su liquidación a los mismos, juntas de acción comunal, fondos de empleados y las demás que puedan asimilarse a las anteriores, y por un término máximo de cinco (5) años, renovables."*

**"ARTICULO 366.** *El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la Nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación."*

#### **DECRETO 2049 DE 1956**

*Especificación Técnica NTC 4143 correspondiente a la Accesibilidad de las personas al medio físico, Edificios y Espacios Urbanos, Rampas Fijas adecuadas y básicas, que determina las consideraciones y pendientes máximas permitidas para personas con movilidad reducida.*

## **Normativa Ambiental**

Para la puesta en marcha de este proyecto, es necesario considerar la siguiente normativa de orden ambiental:

**Ley 99 de 1993** "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones."

### **Recurso hídrico**

**Decreto 1076 de 2015** "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

TITULO 3. Aguas no marítimas.

Capítulo 2. Uso y aprovechamiento del agua. (Anteriormente Decreto 1541 de 1978). Relacionado con concesión de agua superficial o subterránea y vertimientos.

Capítulo 3. Ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos (Decreto 3930 de 2010). Relacionado con vertimientos

**Decreto 050 de 2018** "Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones"

**Ley 373 DE 1997** "Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua"

**Resolución 631 de 2015** "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de

alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"

**Resolución 1207 de 2017** "Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas."

### **Recurso aire**

**Decreto 1076 de 2015** "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", Título 5. Aire.

**Resolución 619 de 1997** "Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas"

**Resolución 909 de 2008** "Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones". Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la **Resolución 760 de 2010** y ajustado a través de las **Resolución 2153 de 2010**.

**Resolución 627 de 2006** "Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental"

**Resolución 1541 de 2013** "Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones"

**Resolución 2087 de 2014** "Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos"

### **Recurso suelo:**

Es obligatorio dar un uso al suelo de acuerdo con lo estipulado por el plan de ordenamiento territorial del municipio – POT, EOT o PBOT, según aplique.

***Sustancias químicas y residuos peligrosos:***

**Decreto 1076 de 2015**, Título 6 Residuos peligrosos.

**Resolución 1362 de 2007.** “Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos

*Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.”*

**Resolución 1362 DE 2007.** “Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005”



## 4. Recursos necesarios para la construcción del proyecto

Teniendo ya claridad sobre el problema a solucionar y las normas que aplican al proyecto, la siguiente pregunta que debe hacerse es:

¿Mi entidad territorial tiene los recursos necesarios para llevar a cabo los **Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS**?

Los Municipios, distritos y departamentos tienen varias fuentes de financiación, como son entre otras, el Presupuesto General de la Nación (PGN), el Sistema General de Regalías (SGR), el Sistema General de Participaciones (SGP) y recursos propios. Todas estas fuentes deben ser consultadas, revisando los recursos que pueden financiar el proyecto y los requisitos que deben cumplir para tener acceso a cada una de ellas.

Es fundamental conocer cuál es el alcance del proyecto y sus objetivos, con el fin de contar con una descripción técnica de la solución y posteriormente fijar un presupuesto del proyecto a implementar.

El proyecto cuenta con tres capítulos principales que deben ser financiados:

- **Pre-inversión:** en este capítulo se encuentran los costos asociados a los estudios preliminares del proyecto, entre ellos, estudios de suelos, topografía, socialización del proyecto, gastos de formulación y estructuración y todos los

requerimientos necesarios para la ejecución de un proyecto. En este proyecto tipo, se ofrecen adelantos importantes a nivel de formulación y a nivel técnico que deben ser validados por los profesionales idóneos para tal fin. De esta manera, se estima que la implementación de este proyecto tipo involucra costos de pre-inversión cercanos a los **14 millones de pesos**.

- **Ejecución:** se estima que el valor promedio para la implementación de un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible está alrededor de **10 millones de pesos** aproximadamente, teniendo en cuenta que cada solución es particular y se debe revisar de forma individual; estos valores suman un total de inversión que asciende aproximadamente a **24 millones**.
- **Operación y Mantenimiento:** los recursos con los que debe contar la entidad territorial para realizar actividades de operación y mantenimiento de un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible se estiman en **500 mil de pesos mensuales (costos 2018); se debe revisar cada alternativa por separado ya que los valores específicos varían de una solución a otra**.



## 5. Condiciones para implementar el proyecto

Para el uso e implementación de este **PROYECTO TIPO**, se debería dar cumplimiento a algunos análisis de entrada que propendan por el éxito y sostenibilidad del proyecto:

1. Presentar estudio de racionalidad de tiempos, distancias y volúmenes donde se muestre la viabilidad económica del proyecto.
2. Cotizaciones de equipos, que incluyan garantías, representación de la marca en el país y la región del proyecto, que asegure el cumplimiento de la normativa dispuesto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
3. Propuesta de diseño de los sistemas urbanos de drenaje sostenible presentada por el proveedor de los equipos cuando la solución requiera de equipos especiales.
4. Evaluar la capacidad del componente urbano público o de la infraestructura pública para ser adaptado o recibir soluciones de sistemas urbanos de drenaje sostenible.
5. Adicionalmente, el lote o área considerada para la construcción del SUDS deberá cumplir con las características y especificaciones técnicas descritas en la *Tabla 1*

Tabla 1. Criterios para la implementación de lineamientos de sistemas urbanos de drenaje sostenible

Aspecto	Descripción	Requisito
Estación (Lote)	Pendiente máxima	10%
	Área Mínima	Variable dependiendo de la solución
	Dimensiones mínimas	Variable dependiendo de la solución
Servicios públicos	servicios	Alcantarillado y energía según el caso
Condiciones Geográficas	Clima	Frio, Templado y Cálido
Tipo de sistemas	Urbanos / Individuales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alcorque Inundable (urbano)</li> <li>2. Cuneta Verde (urbano)</li> <li>3. Jardines de Biorretención (urbano)</li> <li>4. Tanque geocelular de tormenta (urbano)</li> <li>5. Cubiertas verdes (individual)</li> </ol>
Suelo	Perfil de Suelo	Entre A y D <sup>7</sup>
	Nivel de Pluviosidad	500 mm <sup>3</sup>
	Zona de Amenaza Sísmica	Intermedia <sup>8</sup>
Ubicación	Tipo zona	Urbana
	Zona de Riesgo	Bajo o intermedio mitigable <sup>9</sup>
	Uso del suelo	Uso permitido según POT, PBOT o EOT o espacio público de la entidad territorial como parques, plazas, sardineles, andenes entre otras.

Es importante que tenga en cuenta que en este documento y en sus anexos algunos datos de entrada fueron asumidos. Esto implica que, para

implementar este proyecto tipo, se deberá ajustar toda la información presentada con los datos reales de su entidad territorial y de su predio.

## 5.1. Condiciones para implementar el proyecto

<sup>7</sup> Clasificaciones según NSR-10

<sup>8</sup> Clasificaciones según NSR-10

<sup>9</sup> En caso de requerirse medidas de mitigación del riesgo, en el proceso de implantación deberán diseñarse e incluirse como parte integral del proyecto.

Para verificar que la locación escogida para la implantación del proyecto cumple con los requisitos planteados en la tabla 1, se debe contar con la siguiente documentación.

- Escritura del predio, donde se indiquen las medidas perimetrales, el área y la información del propietario actual (en este caso debe constar que es de propiedad pública).
- Certificado de tradición y libertad del predio, el cual ratifique la información de la escritura y la propiedad por parte de la entidad pública que presenta el proyecto.
- Certificado de disponibilidad del servicio público: expedido en este caso por las empresas proveedoras del servicio de energía, y alcantarillado según sea el caso o los permisos para la instalación de soluciones individuales, según el caso.
- Certificado de uso del suelo según POT, PBOT, EOT o normativa local, que permita el uso del predio para las actividades del proyecto y se evidencie la zonificación del nivel de riesgo.

Los estudios y diseños que se deben desarrollar para identificar si cumple con los criterios mencionados en la Tabla 1 son:

- Levantamiento topográfico para la localización de las obras:  
consiste en determinar la localización general y específica de la obra, ubicar el predio destinado para la construcción, determinar su área (m<sup>2</sup>), los sitios relevantes cercanos, preexistencias, accesos y linderos. La georreferenciación de las obras se debe realizar respecto puntos de amarre al sistema de coordenadas del IGAC debidamente certificados. Como producto de este estudio se debe obtener:

1. El plano de localización donde se identifiquen los predios colindantes, norte geográfico, grilla de coordenadas, vías de accesos, área del predio, área de intervención, identificación de áreas afectadas (reservas viales, zonas de inundación, servidumbres, zonas de manejo y protección ambiental, etc.) preexistencias (redes, estructuras, cercas, etc.), entre otros.
2. El plano topográfico donde se represente, además de la localización, el relieve original del terreno mediante curvas de nivel, las zonas y volúmenes de cortes, rellenos o demoliciones y la planta y cortes de la edificación proyectada sobre el terreno acotando los niveles finales de construcción.
3. Informe del estudio con la descripción de los trabajos, metodología utilizada, equipos técnicos y carteras topográficas de campo y cálculo
  - Estudio de necesidad:

Estudio de necesidad donde se justifique la pertinencia e impacto de la inversión. Este estudio deberá determinar, entre otros, la identificación de las potenciales comunidades afectadas por inundaciones generadas por lluvias, el histórico y proyecciones de la oferta actual de producto (que cumpla con estándares), así como perfilar el tipo de SUDS que sea más favorable dependiendo de las particularidades de la entidad territorial. Como parte de este estudio se debe levantar un inventario de los sistemas de drenaje urbano sostenible existente, en el cual se debe determinar para cada una el área, su estado de funcionamiento, volumen de aprovechamiento o retención de agua y condiciones normativas y ambientales que le aplican. Esta actividad servirá

para establecer y diagnosticar la oferta actual de los espacios para infraestructuras de este tipo.

Estudio de suelos:

Entendido como el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo. Así se garantiza un comportamiento adecuado de la estructura, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo<sup>10</sup>.

De estos estudios se obtiene la caracterización del perfil del suelo, la capacidad portante del estrato escogido como soporte y se identifica la zona sísmica en donde se encuentra ubicado el predio o lugar a intervenir. El diseño estructural presentado en este proyecto tipo contempla un rango de resistencias del suelo para diferentes condiciones de zona de amenaza sísmica. Al ubicarse en el rango, cambian las dimensiones de los elementos de cimentación, por lo que es necesario que se contemple la posible modificación a las dimensiones de esos elementos.

- Inspección de riesgo geo ambiental:

Se deberá realizar una inspección visual por detallar aspectos específicos como: condiciones de riesgo,

## 5.2. ¿Se cumple con las condiciones de implementación?

Una vez realizados los anteriores estudios se podrá determinar si las condiciones propias de la región cumplen con los criterios establecidos en la Tabla No. 1. En caso de cumplirse con las condiciones, se debe adecuar el proyecto a la realidad de la entidad territorial. Para ello se debe disponer de un

características del relieve, tipo de suelo (por observación) y presencia de árboles que representen riesgo o se pueda aprovechar su potencial al proyecto.

En esta inspección debe verificarse que el nivel de riesgo del terreno o lugar de implementación, verificando si se localiza en zona de alto riesgo o con amenazas de desastres naturales (inundación, deslizamiento, etc.), zona de protección de los recursos naturales o zonas de reserva de obra pública o de infraestructura básica del nivel nacional, regional o municipal en donde se pueda actuar.

En los territorios colectivos, la identificación y focalización de pueblos indígenas y comunidades afrodescendientes se adelantará de acuerdo con los procesos definidos por los representantes de las mismas comunidades.

*Nota: La verificación de estas condiciones se realizará conjuntamente con un funcionario de la alcaldía quien certificará que el terreno no se encuentra en esas condiciones.*

En el caso que se cumplan todos los criterios mencionados en el numeral, continúe al siguiente capítulo.

profesional que se encargará de implementar el modelo de diseño en el predio escogido para tal fin.

En caso de no cumplir con algún aspecto, es necesario primero hacer los ajustes correspondientes al modelo de diseño, según corresponda, para poder hacer la implementación.

<sup>10</sup> Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10) – Capítulo H.

Si es el caso de diferente capacidad portante, será necesario hacer un ajuste en las condiciones de la cimentación, mientras que diferentes zonas de amenaza sísmica requerirán un ajuste en el diseño estructural, siempre manteniendo el diseño arquitectónico. Estos procedimientos deben ser realizados por un profesional en ingeniería civil con matrícula profesional vigente y las adaptaciones realizadas deberán quedar plasmadas en los documentos del proyecto.

Si se da el caso de que este modelo de lineamientos de diseño definitivamente no se adecue a las condiciones de la entidad territorial, en el que persiste la problemática y al que un sistema urbano de drenaje sostenible SUDS pueda aportar a la solución, le presentamos a continuación un resumen de las actividades, estudios y diseños que se requieren para llevar a cabo la construcción del proyecto a través de los **Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS**.

### **5.3. ¿Qué estudios se necesitan para el proceso de implementación?**

Aunque contar con un proyecto tipo como este representa un adelanto muy significativo en el proceso de estructuración para la construcción de la infraestructura requerida, de ninguna manera se puede afirmar que la fase de estructuración desaparece del ciclo de proyecto. En cambio, cuando se implementa un proyecto tipo, es fundamental un proceso final de validación y ajustes.

Los estudios anteriormente mencionados no solo se requieren para validar los requisitos del lote escogido, sino que además son insumos importantes para esta fase final previa a la construcción del proyecto. No es posible validar o ajustar los diseños que se presentan en este proyecto tipo sin los correspondientes estudios técnicos de factibilidad.

Así, los estudios básicos que se requieren para llevar a cabo el proceso final de la estructuración y proceder a la implantación son los siguientes, algunos ya mencionados:

#### **Topografía, Batimetría localización proyecto y fuente de materiales**

La localización del predio y la localización proyectada de la obra a construir debe soportarse con planos que representen la ubicación espacial del proyecto (macro y micro localización), la información al respecto debe contener:

- Plano general de la zona (preferiblemente obtenido del IGAC) con la localización georreferenciada de las obras a escala 1:5.000.
- Levantamiento planimétrico del predio, en donde de referencien hitos especiales como accesos, redes, cuerpos de agua, obras de drenaje, preexistencias, factores de riesgo, pendiente general del terreno, georreferenciación, etc. con cuadro de convenciones y rótulo.
- Altimetría, identificando el relieve del terreno.
- Implantación, el cual consiste en acotar la ubicación del sistema urbano de drenaje sostenible sobre el plano del predio,

proyectando entre otras, la posición de la edificación, pasarela, artefacto naval y de las obras adicionales (si aplican) respecto a los linderos y preexistencias y la orientación que tendrá respecto al norte geográfico.

- En este documento deberán especificarse los requerimientos de movimientos de tierra (cortes y rellenos) para la implantación del proyecto, basado en las mediciones de pendiente realizadas.

El documento resultante y sus anexos deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en medio físico con copia de los formatos utilizados en campo y la correspondiente evidencia fotográfica. Anexando la copia de la matrícula del profesional encargado de la elaboración y su certificación de vigencia actualizada.

### Estudio de suelos

El ingeniero de suelos o geotecnista iniciará su estudio teniendo en cuenta la cimentación y estructura presentada en caso de necesitarse. En caso de que los resultados de los ensayos establezcan una cimentación diferente a la establecida en el proyecto tipo, deberá realizar la recomendación para el ajuste estructural de la misma. En este caso el ingeniero estructural firmará los nuevos planos estructurales.

El estudio de suelos debe realizarse en el área donde se va a desarrollar el proyecto de construcción de acuerdo con el anteproyecto arquitectónico avalado. El documento debe contener la descripción general del proyecto (nombre, localización con dirección), el resumen de la investigación realizada, el análisis geotécnico, las recomendaciones para el diseño, las recomendaciones para la construcción, las tablas de

resultado de los sondeos, el resumen de memorias de cálculo y registro fotográfico del procedimiento de toma de muestras.

De igual manera el estudio debe indicar la capacidad portante del suelo de fundación y las alternativas de cimentación de acuerdo con las condiciones encontradas (es necesario anexar copia de los resultados expedidos por el laboratorio).

Se debe contar con la ubicación de los sondeos y caracterizaciones con perfiles estratigráficos en una copia del plano del levantamiento topográfico realizado, con el respectivo registro fotográfico de los muestreos realizados.

El informe correspondiente debe ir firmado por un ingeniero civil facultado para ese fin, de acuerdo con la Ley 400 de 1997 y deberá contener como mínimo:

- Caracterización del entorno geotécnico local en escala 1:2000 o superior, el cual deberá incluir la Geología local y regional en esta escala, así como la definición de los efectos sísmicos locales según el mapa de zonificación sísmica de la NSR-10.
- Caracterización del sistema estructural de la edificación con determinación de las cargas aplicadas a la cimentación.
- Obtención de los parámetros de resistencia, permeabilidad, potencial expansivo, etc. del suelo, con el fin de poder establecer clasificación del perfil de suelo de acuerdo con el NSR-10 capítulo A.2.4.
- Selección de la profundidad del suelo portante apropiado para el proyecto, indicando sus parámetros de resistencia de diseño.

En el caso que el suelo sea clasificado como tipo E o F de acuerdo con el capítulo A.2.4 de la NSR-10, se deberá verificar los asentamientos esperados a corto y mediano plazo y las medidas que deben tomarse, para no afectar adversamente las construcciones vecinas ni la funcionalidad del proyecto en el futuro.

- Conclusiones en relación con la cimentación planteada por el proyecto tipo, indicar si el modelo de cimentación planteado en las memorias del proyecto es adecuado para el soporte de la estructura según las cargas de diseño presentadas y las propiedades geomecánicas del suelo portante aplicando un factor de seguridad confiable.
- Recomendaciones que debe seguir el ingeniero constructor en los procedimientos constructivos y los aspectos especiales a ser tenidos en cuenta por el supervisor, entre estas recomendaciones debe indicarse la metodología de mejoramiento del suelo más adecuada en caso de requerirse.

Cuando exista la posibilidad que en la localización el SUDS no sea estable, especialmente ante la ocurrencia de un sismo, por ejemplo, en terrenos potencialmente licuables, deberá acoger lo indicado en el Artículo A.2.4.1.1 de la NSR-10

El informe geotécnico debe considerar de manera integral todos los elementos de proyecto y tener en

cuenta todos los factores que puedan representar un riesgo para la funcionalidad de este.

A las memorias del estudio debidamente firmadas, se requiere anexar la copia de la matrícula del profesional encargado del estudio y su certificación de vigencia actualizada.

### Estudio Hidráulicos e Hidrológicos

El ingeniero hidráulico o hidrólogo iniciará su estudio teniendo en cuenta los levantamientos topográficos, las visitas a campo realizadas y la información existente de la zona, en especial las mediciones de caudales cercanas al sitio de donde se debe obtener el cálculo de caudales, ya sea utilizando una serie de datos con sus debidas funciones de ajuste o realizando el análisis detallado.

Este análisis detallado debe incluir el estudio de la cuenca obteniendo los parámetros geomorfológicos para el debido trazado de esta, el cálculo de los periodos de retorno y el cálculo de las intensidades de precipitaciones efectivas con la idea de obtener el cálculo de caudales por diferentes metodologías lluvias esorrentía.

### Aspecto ambiental

Es importante que, de manera previa a emprender los estudios detallados del proyecto, se consulte a la autoridad ambiental competente respecto a la viabilidad técnica y ambiental de desarrollar el proyecto en la zona.

## 5.4. ¿Qué diseños se deben validar o ajustar en el proceso de implementación?

Este **PROYECTO TIPO** es una alternativa de solución planteada en una alta etapa de desarrollo, que servirá como punto de partida y referencia para la estructuración de proyectos con estas

características, por lo cual, previamente a la puesta en campo del diseño propuesto, se debe analizar la situación particular de la entidad territorial y determinar que la inversión presentada es la más

óptima y que se adecúa totalmente a las necesidades del territorio.

Por lo anterior, un municipio puede implementar un proyecto tipo como este, una vez realice el diagnóstico de la situación particular (estudios previos) y defina que este proyecto es la alternativa de solución más adecuada para atender esa necesidad, garantizando que la inversión se adapte a sus características específicas.

Una vez se han realizado estas consideraciones previas, el proceso de implementación comenzará con la validación de los siguientes diseños a las condiciones particulares de su entidad territorial.

### Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico, es el proporcionado por este proyecto tipo, en el cual se presentan los siguientes planos:

- Planta arquitectónica
- Alzados Fachadas.
- Cortes transversal y longitudinal con detalles.

El implantador será el responsable de complementar el diseño arquitectónico con la generación del plano de implantación, el cual consiste en el posicionamiento del proyecto sobre el plano o el modelo general del terreno como se describió anteriormente.

El diseño arquitectónico no es objeto de ajustes en la implementación, de esta manera, con miras a dar cumplimiento al parágrafo del artículo 2.2.6.3.1.1. Del Decreto 1082 de 2015, se aclara que la entidad estatal que pretenda implementar el presente proyecto tipo es responsable de verificar su pertinencia arquitectónica, estética, urbanística, legal, cultural y social, y en caso que en el análisis alguna de estas variables sea negativa para el

contexto de la localidad, deberá justificar adecuadamente su conclusión, para dar paso a un proyecto independiente.

### Diseño hidrosanitario

El diseño del sistema hidrosanitario tiene por objeto lograr una evacuación apropiada de las aguas residuales domésticas y no domésticas producidas por las lluvias y generadoras de las escorrentías al sistema urbano de drenaje sostenible.

En términos de instalaciones internas, los contenidos técnicos presentados en este proyecto son objeto de ajuste. De igual forma corresponderá al implementador realizar un ejercicio de validación. Se presenta:

Diseño de drenaje en cubierta

Red de agua potable

Red de aguas residuales domesticas

Red separada de aguas lluvias

Cuadro de cantidades y memorias de cálculo

Plantas, cortes, detalles, de la red y de cajas de inspección

Corresponderá al implementador diseñar la acometida a las redes de acueducto y alcantarillado, según las condiciones de la prestación de estos servicios en el municipio.

### Diseño eléctrico

Los contenidos que debe tener el diseño eléctrico son los siguientes, varios son aportados en este proyecto tipo:

- Certificado de disponibilidad de servicio del operador de red
- Consideraciones de diseño
- Cuadros de carga y memorias de cálculo eléctrico

- Detalle de instalaciones eléctricas
- Cuadro de cargas tablero de distribución y de iluminación
- Detalle sistema puesta a tierra
- Planta de distribución de elementos con convenciones de redes internas
- Cuadro de cantidades y memorias de cálculo
- Distancias de seguridad
- Análisis de riesgos eléctricos
- Estudio fotométrico (curva isométrica, configuración, potencia, tipo y cantidad de luminarias)
- Planos eléctricos (planta, detalles, diagrama unifilar, acometida y cortes de subestación cuando aplique)

### Diseño estructural

Los aspectos que se deben considerar para la realización del diseño estructural son:

- Descripción básica y normas empleadas
- Especificaciones Técnicas y de Materiales
- Consideraciones de diseño – Correlación con los planos del estudio de suelos
- Hipótesis de carga
- Parámetros geométricos
- Parámetros sísmicos de diseño
- Procedimiento de diseño de elementos
- Especificaciones de elementos no estructurales
- Diseños de placa de piso, vigas, cimentación, columnas, cubierta.
- Planos con cuadro de cantidades y memorias de cálculo, plantas, cortes, detalles y despieces.

El implantador será el responsable de validar, mediante el concepto de un profesional idóneo, el diseño presentado en este proyecto tipo para las condiciones específicas de suelo y amenaza

sísmica de su locación. En caso de que este diseño no sea el adecuado para garantizar la estabilidad de la edificación bajo las condiciones particulares de su localización, deberán realizarse los ajustes correspondientes de acuerdo a lo especificado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR10.

### Elaboración de presupuestos, análisis de precios unitarios (APU), programa de obra, memoria de cálculo de cantidades de obra

- Los productos de este proceso serán:
- Actividades del proceso constructivo con unidad de medida y en modelo (cadena de valor)
- Detalle de cada APU (Análisis de Precios Unitarios) para cada actividad del presupuesto
- Cantidades de obra
- Detalle de porcentaje de Administración, Imprevistos y Utilidades (AIU)
- Detalle de presupuesto de interventoría y factor multiplicador — se recomienda considerar un mes adicional en el presupuesto de interventoría y de supervisión para las actividades de recibo de obra y liquidación —
- Cronograma de obra
- Proceso constructivo
- Especificaciones de construcción
- Presupuesto de operación

La estructura financiera del proyecto tiene por objeto calcular el valor de la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto dentro de los plazos y especificaciones indicados. Este proyecto tipo, proporciona una estructuración base con costos de mercado, en el cual se presentan los siguientes documentos.

- Análisis de precios unitarios (APU).
- Memoria de Cantidades de obra.
- Presupuesto general y cronograma de obra.

El implementador podrá editar estos componentes o realizar su propio ejercicio bajo su formato de preferencia, para ello deberá tenerse en cuenta, entre otros factores:

- Los precios de los insumos y los equipos actualizados al momento de implementación y para la localización del proyecto.
- Actualización de los costos de transporte por cada insumo, según la localización de las fuentes y la localización del proyecto.
- Actualización de los costos de mano de obra según la localización del proyecto.
- Desglose del AIU y de interventoría según la entidad territorial.
- Conservar la cadena de valor que presenta este proyecto tipo.

Los valores de AIU e interventoría corresponden a un análisis aparte y un presupuesto específico, no corresponden con algún tipo de porcentaje en particular de los costos directos. Se debe tener en cuenta que la interventoría aborda los siguientes rubros: un director de interventoría, un ingeniero residente, topógrafo, equipos, papelería, oficina, entre otros.

Los ajustes a estos valores afectarán el presupuesto general de la obra y darán como resultado el precio exacto del proyecto, para ser presentado a las fuentes de recursos de su elección.

### Plan de manejo ambiental de obra

Este plan deberá establecer de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y

efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto durante el proceso constructivo:

- Descripción del proyecto, definición de objetivos y alcance del PMA, localización, uso de la infraestructura, proceso constructivo, área de influencia de la obra y condiciones ambientales consideradas en el POT local.
- Medidas de manejo ambiental previstas, con el respectivo marco legal, la evaluación de impacto ambiental de cada actividad y sus medidas de mitigación.
- Plan de salud ocupacional y seguridad industrial del personal de obra.
- Plan de gestión social para aplicar en las comunidades del área del proyecto.
- Formatos de control mensual del PMA.
- Documentación legal aplicable como:
  - Certificación de existencia de canteras u otras fuentes de materiales para el proyecto indicando: nombre de la cantera, ubicación, productos que ofrece y disponibilidad, descripción del proceso que realiza, permisos mineros y ambientales, precios y datos de contacto
  - Los que haya lugar, conforme a lo dispuesto en la Resolución 472 del 2017, por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones.

*Nota: Las memorias y planos definitivos del proyecto deben estar debidamente firmados por el profesional encargado de cada aspecto de la implantación, quien los validó y se deben entregar en medio físico y en medio digital. En todos los casos se deberá anexar a la documentación las copias de la matrícula de los profesionales*

*encargados de todos los estudios y diseños, así como las certificaciones de vigencia de estas.*



## 6. Alternativa Propuesta

Los Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS que se desarrollará en este documento son 6 alternativas,

contempladas como estrategias a desarrollar en andenes, cubiertas y muros de edificaciones públicas.

Tabla 2. Alternativas de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS<sup>11</sup>

Alternativas de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible	<b>Alcorque Inundable:</b> Es fundamentalmente una zona de bioretención que se usará como un sistema de apoyo al sistema de captación de aguas lluvias en vías a través de sumideros laterales convencionales. Estos sumideros serán similares a los ya definidos por las Normas Técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SL-100, SL 150 y SL-200), dicho alcorque viene acompañado por un tanque de almacenamiento de aguas lluvias.
	<b>Cuneta Verde:</b> Es una zona de bioretención, son depresiones en la superficie a partir de pendientes laterales que no tengan una pendiente mayor a 3:1; con un ancho máximo de 2.5 metros.
	<b>Jardines de Bioretención:</b> Las zonas de Bioretención, son depresiones en la superficie de máximo 150mm de profundidad, diseñadas para recibir las aguas lluvias desde superficies impermeables, retenerlas y almacenarlas para luego descargarlas controladamente al sistema de drenaje convencional.
	<b>Tanque geocelular de tormenta:</b> Elemento para atenuación de picos de caudales y almacenamiento de aguas lluvias. Infiltración natural al terreno. Reutilización de aguas lluvias.
	<b>Techos Verdes:</b> <sup>12</sup> Los techos verdes son áreas de vegetación viva, instalada en la cubierta de las edificaciones, por razones como beneficios visuales, valor ecológico y reducción de la superficie de agua de escorrentía.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS, podrán ajustarse a las necesidades propias del lugar. El proyecto considera en los lineamientos 5 alternativas, sin embargo, si la necesidad es mayor o sobrepasa las condiciones de las alternativas propuestas, se podrá usar la combinación de varias alternativas entre ellas o modificar alguna acá contemplada para que responda a las necesidades particulares de la entidad territorial. No obstante, se deberán hacer los ajustes correspondientes en el presupuesto para incluir los costos adicionales en el equipamiento requerido.

Antes del desarrollo del componente arquitectónico con sus respectivos anexos técnicos y de ingeniería, es indispensable elegir cuál es la tipología de SUDS más apropiada para un espacio público determinado; se debe tener en cuenta las condiciones climáticas particulares; las características del suelo y la geomorfología; la existencia, características y condiciones del agua subterránea; la identificación y caracterización de la zona de estudio y las consideraciones específicas (diseño, implementación, seguimiento y monitoreo) de cada tipología.

<sup>11</sup> Fuente: Cartilla de Andenes, Taller del Espacio Público, Secretaria Distrital de Planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, Anexo Fichas, 2015

<sup>12</sup> Construction Industry Research and information Association CIRA, The Suds Manuals, Chapter 12 Green roofs, London, 2015

Es importante mencionar que las primeras 4 alternativas de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS, corresponden a alternativas para ser desarrolladas en vía pública, es decir, en andenes, separadores viales, parques, plazas, plazoletas, alamedas peatonales y gloritas; la alternativa 5 corresponden a una intervención puntual en edificaciones.

### 1. Alcorque inundable<sup>13</sup>

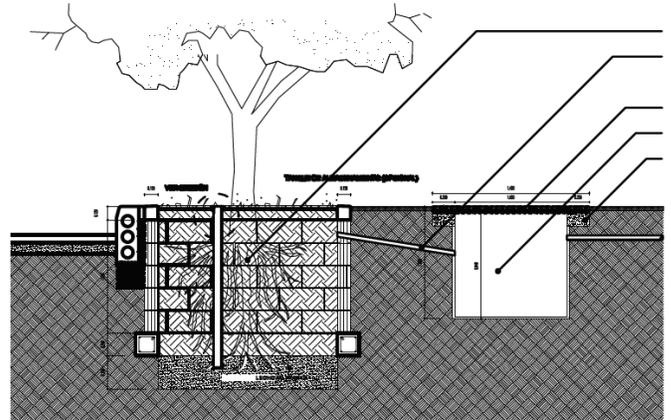
La cartilla de andenes de Bogotá, contempla dentro de su componente de calidad ambiental y contribución a la mitigación y adaptación al cambio climático el alcorque inundable como una de las soluciones más fáciles y rápidas de implementar; son básicamente una zona de bioretención que se configura en torno a un árbol; es decir, la zona verde en donde se localizan los árboles en senderos peatonales como andenes y que a través de la construcción de una caja de mampostería o concreto perimetral enterrada, se transforma en una zona de bioretención de agua y que se usará como un sistema de apoyo al sistema de captación de aguas lluvias en vías a través de sumideros laterales convencionales. Dicho alcorque viene acompañado por un tanque de almacenamiento de aguas lluvias. Para el caso particular de Bogotá; estos sumideros serán similares a los ya definidos por las Normas Técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SL-100, SL 150 y SL-200).

#### Tanque de Almacenamiento de aguas lluvias:

Permite la captación y almacenamiento de agua lluvia para utilizarla con fines no potables. Su implementación y mantenimiento correrá por parte

de quien decida implementar este tipo de medidas. Estos sistemas deberán diseñarse evitando que se conviertan en hábitat propicio para la reproducción de vectores.

Ilustración 3. Alcorque inundable



Fuente: Cartilla de Andenes, Alcaldía Mayor de Bogotá

### 2. Cuneta verde<sup>14</sup>

Las cunetas verdes son zonas de bioretención que, a manera de canales naturales con vegetación, arborización y empradización, retienen y almacenan agua; su forma es similar a la utilizada en las canalizaciones de ríos o fuentes hídricas; siendo los más utilizados los de forma trapezoidal y las parabólicas los que mejor funcionan a la erosión. Según recomendaciones de la cartilla de andenes de Bogotá, se recomienda recomendar minimizar las pendientes laterales que no tengan una pendiente mayor a 3:1.

De igual forma se recomienda que el ancho total de cuneta no exceda los 2.5 metros, salvo que se utilicen medidas estructurales para asegurar la propagación uniforme del flujo. La anchura típica del fondo de la cuneta oscila entre los 0.6 y 2.4

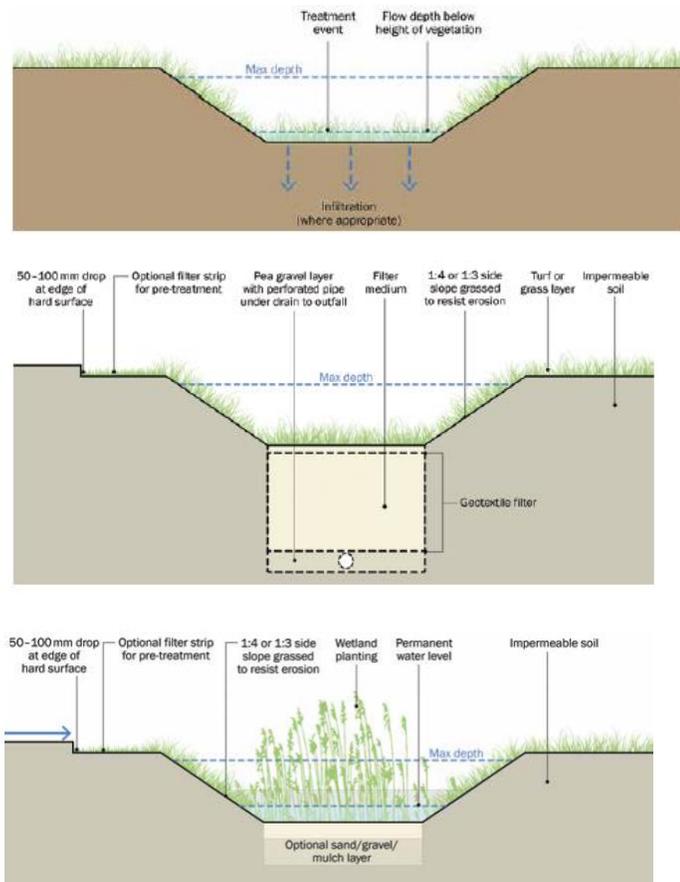
<sup>13</sup> Cartilla de Andenes, Taller del Espacio Público, Secretaría Distrital de Planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, Anexo Fichas, 2015

<sup>14</sup> Cartilla de Andenes, Taller del Espacio Público, Secretaría Distrital de Planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, Anexo Fichas, 2015

metros, siendo la relación máxima con la profundidad del canal 12:1

La capa de suelo permeable bajo la cuneta seca será de al menos 75 centímetros, con una infiltración de 30 – 40cm/día. Este suelo ha de contener un alto contenido en material orgánico que ayude a retener la contaminación. Y bajo esta capa se situará una tubería perforada de PVC con un diámetro de 100 mm como mínimo embebida en un lecho de gravilla o arena por lo menos 15 cm. Ente el suelo y la gravilla ha de disponerse un filtro geo sintético que impida el lavado de finos.

Ilustración 4. Tipos de cunetas verdes.



Fuente: CIRA, *The Suds Manual*

The Suds Manual, desarrollado por Construction Industry Research and information Association CIRA, define tres tipos de cunetas verdes como se ve en la ilustración 3. El primero lo denominan canal de transporte y atenuación (Conveyance and attenuations swale), el segundo Canal seco o canal mejorado (Dry swale (or “enhanced” swale) y el tercero canal húmedo (Wet Swale).

El canal de transporte y atenuación es un canal verde con vegetación y su función principal es transportar y atenuar la escorrentía de lluvia hacia otros sistemas de drenaje sostenible o sistema de drenaje urbano.

El sistema número dos, canal seco o canal mejorado, es de igual forma un canal de transporte verde, con vegetación en toda su superficie pero que incluye debajo de su cara inferior una cama filtrante que permite mejorar la capacidad de transporte y tratamiento del agua debajo de la superficie. Este sistema utiliza un tubo perforado debajo de la capa del filtro medio, para prevenir que el agua se infiltre en el terreno y aumente el nivel de ella en el suelo.

El tercer sistema, canal húmedo; es un canal similar al canal de transporte y atenuación, pero está diseñado para lugares con condiciones de presencia de agua permanente o pantanosas debido a la baja capacidad del suelo para drenar o evacuar el agua; se recomienda que el sitio en donde se implemente esta solución sea un lugar plano preferiblemente.

El diseñador del sistema deberá evaluar la alternativa más favorable a las condiciones particulares del lugar a intervenir con el objetivo de transportar y atenuar la escorrentía de lluvia.

### 3. Jardines de Bioretención<sup>15</sup>

Los jardines de bioretención no son otra cosa que jardines filtrantes que se localizan sobre espacio público con el objetivo de retener aguas lluvias y filtrarlas al sistema de drenaje de la ciudad a directamente al suelo si la capacidad de infiltración lo permite; estos jardines están localizados sobre una depresión leve de máximo 150mm de profundidad y que a manera de sumidero recibe las aguas direccionadas por la inclinación de las zonas duras hacia él; la idea es que estos jardines retengan el agua lluvia y amortigüen los caudales que recibe el sistema de drenaje de la ciudad así como mejorar la calidad del agua que llega al sistema o que se descarga en el terreno.

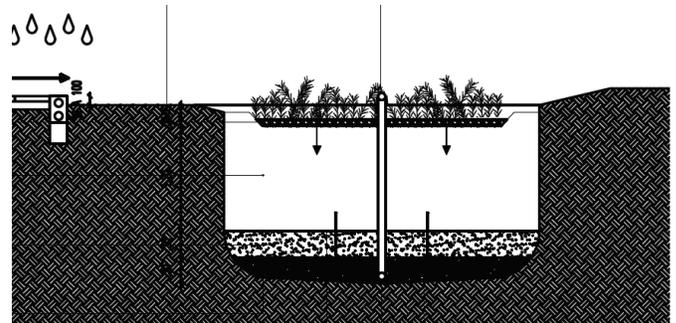
Están formados por una capa de vegetación a manera de jardín, apoyado sobre una cama de arena, seguida de una capa drenante (gravilla), debidamente separada de la anterior por geotextil. Donde se localiza la tubería de drenaje subterráneo de ser necesario.

La cartilla de andenes de Bogotá define que los jardines de bioretención, deben tener un ancho mínimo de 3 metros y una relación de largo: ancho de 2:1, se pueden ubicar en separadores viales, plazas, plazoletas, orejas, separaciones de estacionamiento, etc., y deben prever un sistema de rebose e inspección, conectado al sistema de drenaje, para controlar el exceso de agua.

La selección de la vegetación natural deberá diseñarse de manera particular para el sitio específico en donde se implantará el proyecto; de esta forma se dará una respuesta particular a la situación específica de cada entidad territorial en donde apoyada en un profesional en biología,

paisajismo o bioclimática, se seleccionaran las especies adecuadas a implantar; se recomienda usar especies nativas y contemplar la localización de árboles en estos espacios para lo cual será necesario preparar el terreno en una profundidad mínima de 1200mm.

Ilustración 5. Tipos de cunetas verdes.



Fuente: Cartilla de Andenes, Alcaldía Mayor de Bogotá

En la red de andenes, podrán utilizarse contenedores de raíz para bioretención, que incluyan dentro del sistema un elemento de drenaje a través del sardinel. Esto deberá planearse y diseñarse interdisciplinariamente y de forma integral con el sistema convencional de drenaje de la ciudad.

### 4. Tanque geocelular de tormenta<sup>16</sup>

Los tanques geocelulares de tormenta son tanques subterráneos de retención de agua que funcionan como un sistema de drenaje urbano sostenible a través de la atenuación de caudales y del almacenamiento de agua lluvia en un sistema conformado por piezas prefabricadas en polipropileno; dicho sistema se entierra en espacio público en áreas como andenes, jardines, plazas, parqueaderos entre otros. Este sistema funciona en

<sup>15</sup> Cartilla de Andenes, Taller del Espacio Público, Secretaría Distrital de Planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, Anexo Fichas, 2015

<sup>16</sup> Cartilla de Andenes, Taller del Espacio Público, Secretaría Distrital de Planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, Anexo Fichas, 2015

superficies que pueden o no tener cargas vivas o muerta

Medidas en mm por pieza

An	Hn	Ln	Vu
600	305	1200	95%

Convenciones

An: Ancho nominal

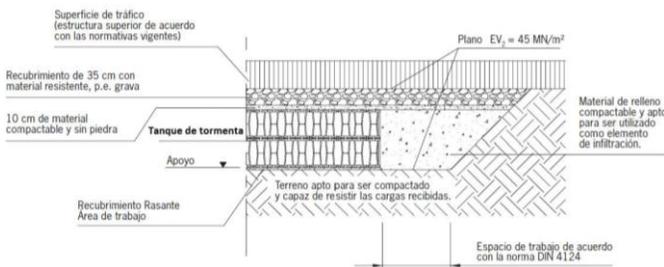
Hn: Altura nominal

Ln: Largo nominal

Vu: Volumen útil (hidráulicamente)

Se instalará sobre una base de mejoramiento en recebo de 3 cm. Recubrir con geotextil y geomembrana de acuerdo con recomendaciones del fabricante. Sobre el sistema se instalará una capa de 35 cm de material filtrante como grava diámetro ¾".

Ilustración 6. Detalle típico cubierta verde.



Fuente: Cartilla de Andenes, Alcaldía Mayor de Bogotá

Norma

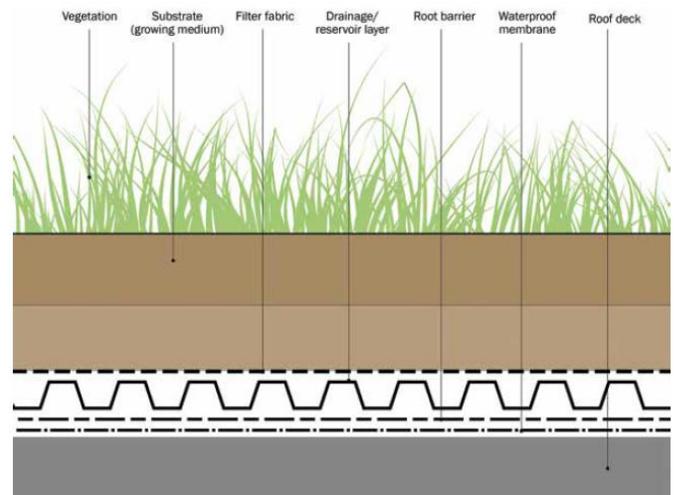
La norma europea CIRA C-697 de 2007 y C-680 de 2008 dictamina el uso de este sistema.

## 5. Techos verdes

Las cubiertas verdes son superficies vegetales instaladas en las cubiertas de las edificaciones; para este caso particular se busca que a través de ellas, se retengan aguas lluvias y de esta manera se

disminuya la escorrentía generada por la evacuación de agua con un sistema de cubierta tradicional; The Suds Manual de Construction Industry Research and information Association CIRA, define dos tipos de cubiertas verdes; Cubierta liviana (Extensive roofs) y cubierta pesada (Intensive roofs or roof gardens). Los componentes típicos de una cubierta verde son la vegetación, el sustrato superficial y medio, el filtro, el drenaje o reservorio y la membrana de protección de la cubierta; vale la pena aclarar que dichos elementos no son una camisa de fuerza y los mismos deberán ser validados y ajustados a las realidades particulares de la entidad territorial por el profesional competente que esté adelantando el proceso de implementación de este proyecto tipo.

Ilustración 7. Detalle típico cubierta verde.



Fuente: CIRA, The Suds Manual

La cubierta liviana (Extensive roofs), es un sistema pensado para ser instalado en la totalidad de la cubierta con plantas resistentes a la sequía y de crecimiento lento como suculentas, musgos o pasto y que requieran un bajo mantenimiento; el

diseñador de la cubierta deberá estudiar las características propias del lugar para definir el tipo de vegetación adecuada a desarrollar en este sistema.

Una de las características de este sistema es que el acceso a la cubierta se limita solo para temas de mantenimiento, por lo tanto, no es una cubierta verde recorrible. Este sistema puede dividirse en capa sencilla, que consiste en una capa media diseñada para drenar el agua recibida y soportar plantas y el sistema multicapa, que consiste en tener dos capas, una media de crecimiento y una baja de drenaje. Este tipo de intervenciones puede localizarse en diversos escenarios con una intervención y mantenimiento mínimo. Generalmente el sustrato medio de este sistema oscila entre 20 – 150 mm.

La cubierta pesada (*Intensive roofs or roof gardens*), es de igual forma un sistema para ser instalado en la totalidad de la cubierta, pero con la particularidad de tener un sustrato para entornos más complejos; el abanico de plantas es mucho más robusto, contemplando opciones desde pasto, arbustos hasta árboles. Este sistema incluye almacenamiento de agua y una de sus características más atractivas es que es accesible a

las personas, es decir habitable, lo cual permite habilitar un área adicional del edificio para el desarrollo de diferentes actividades; de esta forma se aumentan las áreas comunes de uso público de la edificación.

Uno de los aspectos menos atractivos de este sistema, es que requiere un mantenimiento periódico lo cual podría aumentar los costos de operación de la intervención. Adicionalmente como cuenta con un sistema de almacenamiento y retención de agua, es necesario adelantar trabajos de diseño y adecuaciones de drenaje. Generalmente el sustrato medio de este sistema es superior a 150 mm. De los dos sistemas, este es el que presenta mayor capacidad de retención de agua lluvia; sin embargo, el profesional implementador deberá evaluar las diferentes alternativas y seleccionar la más apropiada para las características particulares de la entidad territorial.

CIRA recomienda que para la implementación de cualquiera de los dos sistemas, es necesaria la intervención de un ingeniero estructural que deberá evaluar la capacidad del edificio de recibir una carga muerta adicional para la que estaba originalmente calculado; un arquitecto, un arquitecto paisajista, un ecólogo, un horticultor y un ingeniero hidráulico.

## 6.1. Características del Predio

El predio elegido o lugar elegido para la construcción de los sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS, debe estar ubicado dentro de la zona urbana del municipio. La entidad territorial será el titular del mismo, y por esto, las escrituras del predio estarán a su nombre.

También, hace falta verificar que en el predio o lugar seleccionado se puede construir SUDS de

estas características, según el uso del suelo definido en el Plan de Ordenamiento territorial (POT), Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) según sea el caso. Además, debe ser espacio público o infraestructura pública y contar con disponibilidad de alcantarillado o sistema de desagüe de requerirse y garantizar su prestación.

## 6.2. Proceso Constructivo

El proceso constructivo es el conjunto de fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura; en

este caso, la implementación de un sistema urbano de drenaje sostenible SUDS.

Ilustración 8. Detalle típico cubierta verde.



Fuente: Grupo de estructuración de proyectos

La ilustración anterior presenta un diagrama con el proceso constructivo básico teniendo en cuenta que los proyectos podrán tener aspectos propios que significará realizar otras actividades no planeadas en este diagrama.

Los aspectos técnicos que se describen a continuación deberán ser corroborados con el resultado del estudio de suelos del área en donde se va a implementar el proyecto.

## 6.3. Especificaciones generales

Este documento es complementado con los modelos de diseño, sus especificaciones y

presupuestos. En todos los casos los APU (Análisis de Precios Unitarios) deben incluir los rendimientos

de las actividades, cubrir los costos de materiales y sus desperdicios comunes, aditivos y los controles de calidad propios para cumplimiento de requisitos (ensayos y topografía), mano de obra, prestaciones sociales, impuestos, tasas y contribuciones decretados por el Gobierno nacional, departamental o municipal, herramientas, maquinaria o equipos, transportes de materiales, regalías, obras temporales, obra falsa (formaletas), aceros de amarre y soporte, servidumbres y todos los demás gastos inherentes al cumplimiento del contrato, incluso los gastos de administración imprevistos, y utilidades del constructor.

De igual forma, desde la orden de iniciación y entrega de la zona de las obras al constructor y hasta la entrega definitiva de las obras a la entidad territorial, el constructor está en la obligación de señalar las áreas para prevenir sobre los riesgos a los usuarios y personal que trabajará en la obra, de acuerdo con las especificaciones vigentes sobre la materia.

El constructor deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las mismas y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos. El constructor deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir no será causal que exima al constructor del cumplimiento de sus obligaciones.

La entidad contratante debe reservarse el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del constructor, de aquellos equipos que a su juicio o bien sean inadecuados o ineficientes, o que por sus

características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o que sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato. Los equipos deberán tener los dispositivos de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo.

### Actividades Preliminares

Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para empezar la ejecución de la obra, tales como: localización y replanteo, cerramiento, adecuación del terreno, limpieza, descapote y nivelación del terreno.

#### *Campamento*

Se trata de la construcción del campamento provisional para el manejo administrativo, de almacenamiento y operativo de la obra. Comprende oficinas de personal administrativo y técnico, oficinas para interventoría, servicios sanitarios para personal administrativo y de obra, además de un depósito de materiales y equipos.

El área del campamento será de 70 m<sup>2</sup> y dentro de esta actividad se debe incluir el desmonte al finalizar el proyecto. Vale la pena aclarar que la necesidad y el tamaño del campamento podrán variar dependiendo del tipo de intervención a desarrollar.

#### *Cerramiento*

El lugar de los trabajos se aislará de las zonas aledañas mediante cerramientos provisionales con una altura de 2.00 m. Para estos se utilizará tela sintética de color verde, amarrada y apuntillada con alambre negro a cada uno de los postes de soporte los cuales se localizarán cada 1.20 m, hechos de madera rolliza. La tela debe estar siempre debidamente templada, nunca podrá tener pliegues.

Además, se deben proveer puertas para el tránsito de vehículos y peatones, con los elementos necesarios para el aislamiento y seguridad de las obras. Sobre estas puertas se colocarán los números correspondientes a la nomenclatura provisional y dentro de esta actividad se debe incluir el desmonte al finalizar el proyecto.

#### *Localización y replanteo*

Esta actividad consiste en trasladar de manera fiel al terreno –definido previamente para la implementación de la infraestructura–, las dimensiones y formas indicadas en los planos que integran la documentación técnica de la obra.

La construcción de alguna de las alternativas de SUDS se deberá localizar horizontal y verticalmente. Para ello, el constructor y el interventor se pondrán de acuerdo para determinar una línea base debidamente amojonada y acotada con referencias, que sirva en todo momento para realizar replanteos y nivelación necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

#### *Adecuación del terreno*

En esta actividad se deberá realizar la preparación del terreno para la nivelación y adecuación de la zona en donde se llevará a cabo la respectiva construcción de alguna de las opciones de SUDS; consiste en limpiar y despejar toda el área de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc. Se deberá incluir la disposición final de los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza. En el caso de existir una estructura que no vaya a ser parte del proyecto, se deberán ejecutar las demoliciones indicadas en los planos o las que se consideren para la realización de la obra. Además de ejecutarlas de acuerdo con las normas vigentes de seguridad, se deberán realizar todas las acciones preventivas necesarias para evitar

accidentes de las personas que tengan contacto directo con la obra.

### **Cimentación**

#### *Movimiento de tierras*

Dentro de las excavaciones están las actividades necesarias para la construcción de obras mostradas en los planos que corresponden a las áreas en la que se ubicarán las **zapatatas** y vigas de amarre del proyecto en caso de necesitarse, se ejecutarán de acuerdo con las recomendaciones incluidas en ellos. En el caso de existir cualquier variación en las cantidades como resultado de cotas no apropiadas para el apoyo de las estructuras, se deberá excavar a una profundidad adicional y la excavación se llevará a cabo hasta donde lo indique el estudio de suelos de la zona donde se pretende realizar la construcción de alguna de las alternativas de SUDS.

#### *Excavación a mano*

Esta actividad hace referencia a las diferentes excavaciones que se deben realizar, empezando por la cimentación de los SUDS a trabajar, hasta el sistema de tratamiento de aguas de drenaje en caso de requerirse. Los costados de estas excavaciones deben quedar totalmente verticales y su fondo nivelado y liso, también incluye escalonar, bombear agua o retirar cualquier elemento que interfiera con el avance, en caso de que sea necesario.

El producto resultado de la excavación se ubicará en lugares donde no interfiera con la ejecución de la obra; el material que no sea utilizado se deberá a sitios autorizados por las autoridades municipales.

La excavación para la cimentación se deberá realizar de acuerdo a la planimetría entregada, utilizando las herramientas y equipos necesarios siempre y cuando no alteren las condiciones de

estabilidad del terreno y/o estructuras e instalaciones existentes.

#### *Rellenos*

Después de la adecuación del terreno, se procederá a la nivelación de este, que será soporte del relleno y de la estructura del sistema SUDS a implementar. Esta actividad consistirá en el relleno de los vacíos que quedan entre la excavación y cimentación, en donde se podrá utilizar el material extraído, siempre y cuando éste cumpla con las características físicas para el soporte de la infraestructura. Adicionalmente, debe tenerse cuidado de realizar una apropiada compactación a través de equipos especializados (vibro compactador, canguro y/o pisón) para evitar daños a la infraestructura.

#### *Suministro, instalación y compactación de base granular*

Esta actividad debe realizarse después de haber realizado la excavación correspondiente, colocando el recebo en capas y compactado con los equipos y herramientas apropiados (vibro compactador, canguro y/o pisón) al 95% del Proctor modificado.

#### *Suministro e instalación de concreto de limpieza*

Esta actividad debe realizarse después de haber realizado la excavación correspondiente, colocando el concreto de limpieza en las zonas donde se debe fundir el concreto principal de los elementos de cimentación.

#### *Concreto Estructural de Cimentación*

El uso del concreto estructural se hará conforme a los diseños y detalles mostrados en los planos (Anexos Técnicos) en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

De acuerdo con los planos (Anexos Técnicos), se utilizará concreto estructural con un esfuerzo a la

compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 psi), estos planos además deberán ajustarse al Reglamento ya mencionado (NSR-10) en su capítulo C.5.

La formaleta o encofrado debe emplearse donde sea necesario para la correcta disposición del concreto estructural en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) puntualmente las especificaciones dadas en su capítulo C.6.

#### *Cimentación*

La infraestructura que servirá de base para el los SUDS son las partidas de cimentación (incluyendo zapata, dado, columnas y vigas) y estructura, como el elemento específico que soportará la construcción según el cálculo estructural.

La cimentación debe hacerse con concreto hidráulico con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , el cual se utilizará para las zapatas, columnas y vigas de cimentación, que servirán para sostener los muros y ligar las zapatas. Estos deben realizarse de acuerdo con la planimetría y especificaciones marcadas en el proyecto estructural.

La construcción de la cimentación se realizará de acuerdo con la norma NSR-10, conformando anillos y de acuerdo con los niveles y dimensiones señalados en la planimetría; las caras de las vigas deben quedar lisas sin residuos de mezcla sobre ellas.

### **Estructuras**

#### *Concreto Estructural.*

El uso del concreto estructural se hará conforme a los diseños y detalles mostrados en los planos (Anexos Técnicos) en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

De acuerdo con los planos (Anexos Técnicos), se utilizará concreto estructural con un esfuerzo a la compresión para las columnas  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 PSI), para las vigas  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 PSI) y para los elementos No estructurales (dinteles, plaquetas y remates de muro)  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 PSI), estos planos además deberán ajustarse al Reglamento ya mencionado (NSR-10) en su capítulo C.5.

La formaleta o encofrado debe emplearse donde sea necesario para la correcta disposición del concreto estructural en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) puntualmente las especificaciones dadas en su capítulo C.6.

#### *Acero de refuerzo y malla electrosoldada*

El uso del acero de refuerzo se hará conforme a los diseños y detalles mostrados en los planos (Anexos Técnicos) en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

De acuerdo con los planos (Anexos Técnicos), se utilizará acero de refuerzo estructural con un esfuerzo a fluencia 60.000 PSI ( $f_y = 420 \text{ MPa}$ ), estos planos además deberán ajustarse al Reglamento ya mencionado (NSR-10) en su capítulo C.3, sección C.3.5, o en su defecto las normas ASTM-1562 y ASTM-615-68 respectivamente.

#### *Placas y Losas de Entrepiso.*

El espesor de las placas y losas de entrepiso en concreto estructural se hará conforme a los diseños y detalles mostrados en los planos (Anexos

Técnicos) en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

De acuerdo con los planos (Anexos Técnicos), se utilizará concreto estructural con un esfuerzo a la compresión de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 PSI) ajustándose los planos al Reglamento ya mencionado (NSR-10) en su capítulo C.5.

Las diferentes juntas de dilatación entre las losas y los elementos estructurales deben disponerse en Poliestireno expandido con un espesor de 10mm.

La malla electrosoldada se utilizará de las siguientes maneras: como refuerzo de temperatura, distribución de carga o retracción de fraguado, en losas o pisos de concreto o como refuerzo principal de acuerdo con los planos anexados (Anexos Técnicos). Estas mallas deberán cumplir con lo especificado en las normas NTC 1925 y NTC 2310.

Se utilizarán mallas electrosoldadas M-188 de seis (6) milímetros de diámetro con separaciones de 0.15 m x 0.15 m.

#### **Muros de Mampostería**

##### *Mampostería.*

Esta actividad hace referencia a la construcción de muros y culatas en bloque de arcilla N° 5 o ladrillo prensado macizo que cumpla la norma NTC 4205, calidad que se debe exigir al proveedor, así mismo y previo a la construcción del muro todos los ladrillos deben estar humedecidos.

El levante de estos muros se debe hacer con mortero de pega 1:4, con un espesor aproximado de 0.01 m distribuida uniformemente entre las juntas verticales y horizontales, perfectamente niveladas y plomadas.

### *Pañete*

Para realizar el pañete de los muros se debe cumplir con las especificaciones con respecto a las dosificaciones teóricas mínimas establecidas por el fabricante de los aditivos de los insumos para la mezcla del mortero impermeabilizado. El espesor que se maneja es de 0.02 m.

Esta actividad deberá ser verificada con respecto a los niveles y plomada del cada uno de los muros antes y después de la aplicación del pañete.

### **Pisos**

#### *Adoquines y Acabados.*

Previamente al desarrollo de esta actividad los muros y el piso deben estar debidamente pañetados y afinados; la pieza de adoquín a instalar corresponderá a la seleccionada por la oficina de planeación de cada entidad territorial para el desarrollo de espacio público de su ciudad, para piso esta última debe ser antideslizante y tener en cuenta la normativa vigente de accesibilidad universal, cambio de texturas, líneas guías entre otras.

#### *Acabados de piso en concreto.*

El espesor de las placas de contrapiso en concreto estructural se hará conforme a los diseños y detalles mostrados en los planos (Anexos Técnicos) en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

De acuerdo con los planos (Anexos Técnicos), se utilizará concreto estructural para los bordillos, cañuelas y placas con un esfuerzo a la compresión de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 PSI) ajustándose los planos al Reglamento ya mencionado (NSR-10) en su capítulo C.5.

Para realizar el alistado de piso superior en el caso de algunos SUDS se debe cumplir con las especificaciones con respecto a las dosificaciones teóricas mínimas establecidas de los insumos para la mezcla del mortero 1:3. El espesor que se manejará para el alistado de piso es de 0.04 m y para las media cañas y bocapuestas será de 0.03m en caso de requerirse.

### **Redes hidrosanitarias**

Los tubos y accesorios a que se refiere esta especificación son fabricados con compuestos de Policloruro de vinilo (PVC) para la presión de trabajo y relación diámetro espesor (RDE) solicitado en los planos (Anexos Técnicos), siguiendo las normas ASTM 26665 68, CS 272 65 y las normas ICONTEC. Para las ventilaciones y las reventilaciones se utilizará tubería de PVC liviana.

Las tuberías para bajantes se deberán instalar de tal manera que no queden sujetas a esfuerzos o tensiones, ojalá con un recubrimiento que las proteja del deterioro por la exposición a la intemperie. Una vez instaladas, se debe facilitar la expansión y contracción del material. Las tuberías verticales se deben asegurar contra los muros o columnas a intervalos de 2 m y las horizontales se soportan cada 1,5 m. Los soportes de estas tuberías serán de platina de aluminio de 1" x 1/18".

Los drenajes de cubiertas y bajantes de este proyecto tipo están diseñados de acuerdo a la NTC 1500 código colombiano de fontanería para el régimen de lluvias 25 mm/h de acuerdo a la tabla 24. La entidad territorial en el momento de implantar el proyecto debe verificar la intensidad de las lluvias, los diámetros requeridos para la evacuación de las aguas de escorrentía en las cubiertas. Para esto remitirse al numeral

12.1.11.1.2, tablas 24, 25 y 26 del código colombiano de fontanería.

Las cajas de inspección tendrán como fondo una capa de recebo compactado de 20 cm de espesor, donde se funde una base de concreto de 140 kg-cm<sup>2</sup> de 8 cm de espesor. Las paredes se construyen con ladrillo tolete recocido. La caja se cierra con una tapa de concreto reforzado de 210 kg-cm<sup>2</sup>.

Para la disposición final de las aguas residuales, se recomienda:

- Aguas residuales domesticas provenientes del drenaje intradomiciliario sanitario: cuando no se cuente con disponibilidad del servicio de alcantarillado público, se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, compuesto por Pozo séptico, filtro anaeróbico y campo de infiltración, es conveniente contar con el respectivo permiso de vertimientos a fuente superficial o al suelo, el cual debe ser gestionado ante la autoridad ambiental de la jurisdicción.
- Aguas residuales no domesticas provenientes del drenaje intradomiciliario de producción, cuando no se cuente con disponibilidad del servicio de alcantarillado público se debe realizar la gestión ante la autoridad ambiental de solicitud del Permiso de Vertimiento, a fuente superficial o al suelo, presentando la debida documentación con el diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales de producción.

En el caso que exista disponibilidad de servicio de alcantarillado público se debe gestionar el vertimiento ante la empresa administradora del

servicio público estableciendo el origen de las aguas residuales.

Es conveniente contar con separación de aguas lluvias de aguas para que a los sistemas SUDS no lleguen aguas de producción y sanitarias para proyectar una adecuada disposición final.

### **Pintura**

#### *Elementos Estructurales de Concreto*

Previamente al desarrollo de esta actividad la superficie de los elementos debe estar debidamente preparada incluyendo filos y dilataciones. Las columnas y vigas en concreto deben aplicarles 3 capas de pintura en vinilo.

### **Actividades de limpieza**

Es importante durante la duración de la obra realizar actividades de aseo y manejo de escombros a fin de que no se convierta la obra en un cono de vectores, por tanto, es necesario disponer cerca de la obra un sitio provisional para la disposición de los estos desechos previo a su recolección y transporte al punto de disposición final.

Realizar las actividades de aseo definitivo una vez se hayan concluido todas las actividades de obra incluyendo las instalaciones de servicios y aparatos en perfectas condiciones de funcionamiento, se deben entregar los pisos desmanchados, y las superficies sin residuos de cemento, concreto, polvo, grasa, pintura, etc. En esta actividad también se realizará limpieza general de techos y muros.

Es responsabilidad del constructor proveer los recursos necesarios, tanto físicos como humanos para el cargue, transporte y disposición final de estos desechos. Una vez sacados de la obra, los escombros serán dispuestos en sitios previamente determinados, de acuerdo al Plan de manejo

ambiental del proyecto y de las disposiciones que establezca la CAR.

## 6.4. Interventoría y Supervisión del Proyecto<sup>17</sup>

### Interventoría

La interventoría consistirá en el seguimiento técnico que, sobre el cumplimiento del contrato, es necesario que la realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la entidad territorial. El contrato de interventoría de la obra debe ser supervisado directamente por la Entidad Estatal.

### Supervisión

La supervisión consistirá en el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico que, sobre el cumplimiento del objeto del contrato, es ejercida por la misma entidad estatal cuando no requieren conocimientos especializados. Para la supervisión, la entidad territorial podrá contratar personal de apoyo, a través de los contratos de prestación de servicios que sean requeridos.

*Las Entidades Estatales están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución de las obras públicas y lo deben hacer a través de un supervisor o interventor, según corresponda. La supervisión es el seguimiento técnico,*

*administrativo, financiero, contable y jurídico y la Entidad Estatal la ejerce directamente. La interventoría es el seguimiento técnico especializado que realiza una persona natural o jurídica diferente a la Entidad Estatal. El contrato de interventoría también puede incluir la obligación de realizar la supervisión de los temas financieros, contables, administrativos y jurídicos.*

*Tanto el supervisor como el interventor deben exigir el cumplimiento de las normas técnicas obligatorias de la obra y certificar el recibo a satisfacción únicamente cuando la obra ha sido ejecutada a cabalidad. Los contratos de obra pública cuya modalidad de selección es la licitación pública deben contar con un interventor. Por otra parte, en los estudios previos para Procesos de Contratación de obra pública, cuyo valor supere la menor cuantía, la Entidad Estatal debe pronunciarse expresamente sobre la necesidad de contar con un interventor.*

Tomado de: Guía para los Procesos de Contratación de obra pública Colombia Compra Eficiente

<sup>17</sup> Artículo 83 de la Ley 1474 de 2011 "Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública".



## 7. Presupuesto y Cronograma

Los valores que le son referenciados aquí tienen como base proyectos ejecutados en el país. No son los valores reales o finales. Puede que las necesidades reales de la entidad territorial no incluyan actividades aquí descritas.

Las actividades que se utilizan para la implementación de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible fueron complementadas con actividades no previstas que regularmente se presentan en los proyectos similares y que con frecuencia son objeto de ajuste de los mismos durante la construcción. El presupuesto final, porcentajes, cuantificación del AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad), interventoría (administrativa, técnica y financiera) y supervisión son de carácter teórico y buscan dar una idea a la entidad territorial de la cantidad estimada de recursos a invertir. Es posible que las necesidades reales de la entidad territorial contemplen o no

actividades aquí descritas, por lo que algunas de estas no estén presentes en este presupuesto.

Sobre este presupuesto se debe tener en cuenta que algunos costos incrementan los precios de las actividades, como es el caso de los materiales, el transporte y la mano de obra.

En cuanto a los materiales, aquellos proyectos cuya localización se aleja de las fuentes de la zona, regularmente tienen incrementos asociados a la disponibilidad de producto que cumpla las especificaciones de calidad como gradación, limpieza, dureza, etc. Ligado a esto, se debe considerar en los precios el sobre costo que representa el transporte de los materiales a zonas de difícil acceso.

En cuanto a la mano de obra del proyecto, los precios difieren en las diferentes regiones del país, por lo cual es necesario ajustar a los precios correspondientes en la zona.

### 7.1. Presupuesto

El presupuesto del proyecto está dividido en tres rubros generales: pre-inversión, inversión y operación, así como un presupuesto discriminado para cada una de las diferentes alternativas.

El cálculo para el valor del alcorque se estima en el costo estimado de una unidad, en el caso de la cuneta verde, se contempla un módulo de 2.5 x 2.5 m en el del jardín de bioretención un módulo de 3 x 3 m en el tanque de tormenta un módulo de 2.5 x 2.5 m y en la cubierta verde un módulo de 2 x 2.

**Vale la pena aclarar que los valores son un ejemplo que permite ilustrar la cadena de valor del proyecto y que no tienen soporte técnico, ya que el presupuesto definitivo deberá realizarse con el diseño particular de las soluciones propuestas.**

#### a. Alcorque Inundable

## Proyectos Tipo. Soluciones ágiles para un nuevo país

Tabla 3. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Alcorque

Nombre del Proyecto	Construcción Sistemas Urbano de Drenaje Sostenible Alcorque					
Código del proyecto						
Objetivo General del Proyecto	Implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia en la entidad territorial					
Objetivo específico	Productos					
	Producto	Unidad de Medida	Valor	Actividad	Costo Total	Costo Total (Incluye AIU)
Incrementar los sistemas que puedan regular la escorrentía superficial en las zonas urbanas	Estudios de preinversión	Número de estudios	\$ 14.850.000	Realizar la formulación del proyecto	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000
				Adelantar los estudios y diseños definitivos	\$ 10.500.000	\$ 10.500.000
	Sistema Urbano de drenaje sostenible	Número	\$ 16.169.621	OBRAS PRELIMINARES	\$ 35.980	\$ 44.975
				CIMENTACIÓN	\$ 1.582.388	\$ 1.977.985
				ESTRUCTURA	\$ 2.531.811	\$ 3.164.763
				MAMPOSTERIA	\$ 2.197.929	\$ 2.747.411
				PAÑETE Y PINTURA	\$ 890.088	\$ 1.112.610
				PISOS	\$ 719.640	\$ 899.550
				OBRAS EXTERIORES	\$ 2.152.785	\$ 2.690.981
				INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	\$ 2.104.502	\$ 2.630.628
				ASEO	\$ 34.590	\$ 43.238
				INTERVENTORIA	\$ 857.480	\$ 857.480
	Sistema de drenaje sostenible mantenido	Número	\$ 900.000	Realizar mantenimiento preventivo 10 años	\$ 200.000,00	\$ 200.000
				Realizar mantenimiento periódico 10 años	\$ 300.000,00	\$ 300.000
				Realizar mantenimiento correctivo 10 años	\$ 400.000,00	\$ 400.000
<b>Costo Total de la Construcción</b>					<b>\$ 13.107.192,38</b>	<b>\$ 16.169.620,50</b>

Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos. En este presupuesto se incluyó un AIU calculado del 25%, sin embargo, este porcentaje deberá ser ajustado a las condiciones de cada entidad territorial. La interventoría y la supervisión no son objeto de AIU.

### b. Cunetas Verdes

Tabla 4. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Cuneta Verde

## Lineamientos para el diseño de sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS

Nombre del Proyecto	Construcción Sistemas Urbano de Drenaje Sostenible Cuneta Verde						
Código del proyecto							
Objetivo General del Proyecto	Implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia en la entidad territorial						
Objetivo específico	Productos						
	Producto	Unidad de Medida	Valor	Actividad	Costo Total	Costo Total (Incluye AIU)	
Incrementar los sistemas que puedan regular la escorrentía superficial en las zonas urbanas	Estudios de preinversión	Numero de estudios	\$ 14.850.000	Realizar la formulación del proyecto	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000	
				Adelantar los estudios y diseños definitivos	\$ 10.500.000	\$ 10.500.000	
	Sistema Urbano de drenaje sostenible	Número	\$ 6.234.826	OBRAS PRELIMINARES	\$ 10.000	\$ 12.500	
				OBRAS EXTERIORES	\$ 2.152.785	\$ 2.690.981	
				INSTALACIONESSANITARAS	\$ 2.104.502	\$ 2.630.628	
				ASEO	\$ 34.590	\$ 43.238	
				INTERVENTORIA	\$ 857.480	\$ 857.480	
	Sistema de drenaje sostenible mantenido	Numero	\$ 900.000	Realizar mantenimiento preventivo 10 años	\$ 200.000,00	\$ 200.000	
				Realizar mantenimiento periodico 10 años	\$ 300.000,00	\$ 300.000	
				Realizar mantenimiento correctivo 10 años	\$ 400.000,00	\$ 400.000	
	<b>Costo Total de la Construcción</b>					<b>\$ 5.159.356,88</b>	<b>\$ 6.234.826,13</b>

Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos. En este presupuesto se incluyó un AIU calculado del 25%, sin embargo, este porcentaje deberá ser ajustado a las condiciones de cada entidad territorial. La interventoría y la supervisión no son objeto de AIU.

### c. Jardines de Bioretención

Tabla 5. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) jardín de bioretención

Nombre del Proyecto	Construcción Sistemas Urbano de Drenaje Sostenible Jardín de Bioretención						
Código del proyecto							
Objetivo General del Proyecto	Implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia en la entidad territorial						
Objetivo específico	Productos						
	Producto	Unidad de Medida	Valor	Actividad	Costo Total	Costo Total (Incluye AIU)	
Incrementar los sistemas que puedan regular la escorrentía superficial en las zonas urbanas	Estudios de preinversión	Numero de estudios	\$ 14.850.000	Realizar la formulación del proyecto	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000	
				Adelantar los estudios y diseños definitivos	\$ 10.500.000	\$ 10.500.000	
	Sistema Urbano de drenaje sostenible	Número	\$ 7.184.626	OBRAS PRELIMINARES	\$ 50.200	\$ 62.750	
				PISOS	\$ 719.640	\$ 899.550	
				OBRAS EXTERIORES	\$ 2.152.785	\$ 2.690.981	
				INSTALACIONESSANITARAS	\$ 2.104.502	\$ 2.630.628	
				ASEO	\$ 34.590	\$ 43.238	
				INTERVENTORIA	\$ 857.480	\$ 857.480	
	Sistema de drenaje sostenible mantenido	Numero	\$ 900.000	Realizar mantenimiento preventivo 10 años	\$ 200.000,00	\$ 200.000	
				Realizar mantenimiento periodico 10 años	\$ 300.000,00	\$ 300.000	
				Realizar mantenimiento correctivo 10 años	\$ 400.000,00	\$ 400.000	
	<b>Costo Total de la Construcción</b>					<b>\$ 5.919.196,88</b>	<b>\$ 7.184.626,13</b>

Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos. En este presupuesto se incluyó un AIU calculado del 25%, sin embargo, este porcentaje deberá ser ajustado a las condiciones de cada entidad territorial. La interventoría y la supervisión no son objeto de AIU.

### d. Tanque de Tormenta

Tabla 6. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Tanque de Tormenta

## Proyectos Tipo. Soluciones ágiles para un nuevo país

Nombre del Proyecto	Construcción Sistemas Urbano de Drenaje Sostenible Tanque de Tormenta						
Código del proyecto							
Objetivo General del Proyecto	Implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia en la entidad territorial						
Objetivo específico	Productos						
	Producto	Unidad de Medida	Valor	Actividad	Costo Total	Costo Total (Incluye AIU)	
Incrementar los sistemas que puedan regular la escorrentía superficial en las zonas urbanas	Estudios de preinversión	Numero de estudios	\$ 14.850.000	Realizar la formulación del proyecto	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000	
				Adelantar los estudios y diseños definitivos	\$ 10.500.000	\$ 10.500.000	
	Sistema Urbano de drenaje sostenible	Número	\$ 10.338.467	OBRAS PRELIMINARES	\$ 50.200	\$ 62.750	
				PISOS	\$ 1.500.000	\$ 1.875.000	
				OBRAS EXTERIORES	\$ 2.500.000	\$ 3.125.000	
				INSTALACIONESSANITARAS	\$ 3.500.000	\$ 4.375.000	
				ASEO	\$ 34.590	\$ 43.238	
				INTERVENTORIA	\$ 857.480	\$ 857.480	
	Sistema de drenaje sostenible mantenido	Numero	\$ 900.000	Realizar mantenimiento preventivo 10 años	\$ 200.000,00	\$ 200.000	
				Realizar mantenimiento periodico 10 años	\$ 300.000,00	\$ 300.000	
				Realizar mantenimiento correctivo 10 años	\$ 400.000,00	\$ 400.000	
	<b>Costo Total de la Construcción</b>					<b>\$ 8.442.269,88</b>	<b>\$ 10.338.467,38</b>

Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos. En este presupuesto se incluyó un AIU calculado del 25%, sin embargo, este porcentaje deberá ser ajustado a las condiciones de cada entidad territorial. La interventoría y la supervisión no son objeto de AIU.

### e. Cubierta Verde

Tabla 7. Presupuesto del Proyecto en Modelo (Cadena de valor) Cubierta Verde

Nombre del Proyecto	Construcción Sistemas Urbano de Drenaje Sostenible Cubierta Verde						
Código del proyecto							
Objetivo General del Proyecto	Implementar un sistema de drenaje sostenible para la gestión ambiental de la escorrentía superficial de lluvia en la entidad territorial						
Objetivo específico	Productos						
	Producto	Unidad de Medida	Valor	Actividad	Costo Total	Costo Total (Incluye AIU)	
Incrementar los sistemas que puedan regular la escorrentía superficial en las zonas urbanas	Estudios de preinversión	Numero de estudios	\$ 14.850.000	Realizar la formulación del proyecto	\$ 4.350.000	\$ 4.350.000	
				Adelantar los estudios y diseños definitivos	\$ 10.500.000	\$ 10.500.000	
	Sistema Urbano de drenaje sostenible	Número	\$ 925.000	IMPERMEABILIZACIÓN	\$ 40.000	\$ 50.000	
				ELEMENTOS DE BORDE	\$ 150.000	\$ 187.500	
				FILTROS	\$ 150.000	\$ 187.500	
				ÁREAS VERDES EXTENSIVAS	\$ 250.000	\$ 312.500	
				ASEO	\$ 30.000	\$ 37.500	
				INTERVENTORIA	\$ 150.000	\$ 150.000	
	Sistema de drenaje sostenible mantenido	Numero	\$ 900.000	Realizar mantenimiento preventivo 10 años	\$ 200.000,00	\$ 200.000	
				Realizar mantenimiento periodico 10 años	\$ 300.000,00	\$ 300.000	
				Realizar mantenimiento correctivo 10 años	\$ 400.000,00	\$ 400.000	
	<b>Costo Total de la Construcción</b>					<b>\$ 770.000,00</b>	<b>\$ 925.000,00</b>

Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos. En este presupuesto se incluyó un AIU calculado del 25%, sin embargo, este porcentaje deberá ser ajustado a las condiciones de cada entidad territorial. La interventoría y la supervisión no son objeto de AIU.

Es importante indicar que en la tabla anterior los costos asociados a la Administración, Imprevistos y

Utilidades (AIU) están incluidos dentro del valor de cada actividad menos en los estudios de pre-

inversión ni los de operación y mantenimiento y deben ser establecidos en un análisis particular por parte de la entidad territorial.

### Dotación

Dada la naturaleza del tipo de proyecto; no se contempla Dotación.

### Interventoría y Supervisión

La interventoría requiere la realización de un presupuesto específico para la determinación del monto. Sin embargo, según el análisis realizado, se

identificó un valor aproximado de **\$ 1 millón de pesos** (precios 2018).

Tanto en el caso de la interventoría como en la supervisión, los valores deben ser determinados con base en el análisis que desarrolle la entidad territorial según las características propias, junto con la determinación del presupuesto específico.

Se recomienda considerar un mes más de desarrollo de las actividades de tanto de interventoría como de supervisión para garantizar la realización de los procesos finales relacionados con los contratos.

## 7.2. Cronograma

Este cronograma, corresponde a la construcción de los diferentes sistemas de drenaje sostenible,

producto de los lineamientos establecidos en este documento.

Tabla 8. Cronograma del proyecto

Calendario Físico		Periodo de Ejecución																
No	Concepto	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Preliminares																	
2	Excavaciones y Rellenos																	
3	Estructuras de Concreto																	
4	Tanque Elevado																	
5	Pisos y Enchapes																	
6	Mampostería y Enchape de Paredes																	
7	Carpintería Metálica																	
8	Cubierta y Estructura																	
9	Vidrios y espejos																	
10	Instalaciones Hidrosanitarias																	
11	Instalaciones Eléctricas																	
12	Instalaciones																	
13	Aseo																	
14	Suministro e Instalación																	

Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos



## 8. Operación y Mantenimiento

La sostenibilidad garantizará que los objetivos e impactos de un proyecto perduren en el tiempo después de terminación de la obra.

Para garantizar la sostenibilidad de los proyectos hay que asegurarse que los encargados de su mantenimiento y operación (gobierno, comunidad, individuos, etc.) dispongan de:

- Capacidad técnica y de gestión necesaria para mantener las actividades o bienes generados por el proyecto.
- Recursos suficientes para financiar los gastos de operación (salarios de personal, reparaciones, compra de equipos) que generará dicho mantenimiento a mediano y largo plazo.

En el caso de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, se considera un costo por mantenimiento anual de \$8 millones. Lo anterior hace referencia a la conservación preventiva de la infraestructura física considerada para este

proyecto, como lo es el pago por pintura, reparaciones menores en instalaciones, impermeabilización de losas de concreto, incluyendo material, mano de obra equipo menor y mayor, entre otros.

Para la prestación del servicio de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, se estiman costos de personal, insumos, servicios públicos y transporte aproximado y ponderado de \$ 12 millones al año.

Este costo es indicativo, y no forma parte del monto de inversión del proyecto, y en todo caso deberá ser absorbido directamente por la Entidad Territorial y los productores, quienes serán responsables de esta infraestructura. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los gastos de mantenimiento del equipamiento, como lo son los equipos del beneficio y el laboratorio entre otros. Deberán consultarse las recomendaciones del fabricante para generar un plan de mantenimiento y conservación de los equipos, así como para

estimar el presupuesto necesario para cubrir los gastos que se generen por estas actividades.

Es importante remarcar, que los costos de operación y mantenimiento no se encuentran incluidos dentro del presupuesto de este proyecto

de inversión, por lo que la Entidad Territorial responsable deberá tomar las medidas administrativas necesarias para garantizar en todo momento la correcta operación y mantenimiento de esta infraestructura.



## 9. Anexos

1. Planos de diseño en formato editable y .pdf
2. Presupuesto en formato editable
3. MGA ejemplo diligenciada.

Recuerde que en la plataforma MGA web, encuentra para su utilización la MGA prediligenciada del proyecto al inicio del formulario.





**DNP** DEPARTAMENTO  
NACIONAL  
DE PLANEACIÓN

Calle 26 # 13-19 – Edificio FONADE  
Bogotá D.C., Colombia  
Teléfono: (57) 1 3815000



**MINAMBIENTE**

Calle 37 # 8 – 40  
Bogotá D.C., Colombia  
Teléfono: (57) 1 3323400



**MINVIVIENDA**

Calle 18 # 7- 59  
Bogotá D.C., Colombia  
Teléfono: (57) 3323434