Jennifer Roldán Carvajal

HYDROSCAPE

Hacia un enfoque interdisciplinario para mejorar la resiliencia climática urbana, a través de la gestión integral del agua. El caso de Cali, Colombia.

Trabajo de Fin de Grado
2021- 2022



Universidad Europea

HYDROSCAPE



Cuenca del Río Cali

Tutores:
Francisco Javier Gonzalez Gonzalez
Susana Moreno Soriano
Jose Jurado Egea
Nestor Montenegro Mateos

A todos los profesores que formaron parte de este camino, por su empatía, paciencia, y por su apoyo sin el cual este trabajo nunca habría sido posible.

A mi mamá, por su incondicionalidad y no soltarme jamás la mano.

A mi papá, por un último minuto.

A mi esposo, por escucharme todos los días la misma historia una y otra vez, y aun así emocionarse conmigo. Te amo.

A Jero, por enseñarme la magia de las cosas pequeñas y por ser mi maestro de la vida.

A mi familia.

A Todas las personas y amigos que han hecho parte de este proceso, que me han regalado unos minutos, unas horas, una opinión y una valiosa experiencia.



Ilustración 1. Fuerte precipitación en la ciudad de Cali. (El País, 2018)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN **8**
1.1. Contexto y motivación
1.2. Objetivo
1.3. Hipótesis de partida
1.4. Estado del arte
1.5. Sabiduría ancestral de pueblos indígenas originarios de América del sur, sobre la gestión del agua: El caso del Imperio Inca, Cuzco. Perú

2. METODOLOGÍA **34**
2.1. Marco metodológico
2.2. Esquema de metodología

3. MARCO CONTEXTUAL **36**
¡QUÉ IRONÍA! CALI LA CIUDAD DE LOS 7 RÍOS EN CRISIS HÍDRICA. Análisis y diagnóstico
3.1. Memoria histórica: El agua como elemento transformador
3.2. Caracterización hidrográfica
3.3. Sistema integral de abastecimiento y saneamiento de la ciudad
3.4. Contexto social actual
3.5. Otros análisis
3.6. Parametrización de necesidades de la cuenca hidrológica del río Cali.

4. CASOS DE ESTUDIO **59**
4.1. Premisas para la selección de casos, criterios de análisis y otros datos de interés
4.2. Análisis de casos representativos

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES **109**
5.1. Resultados. Método de medida.
5.2. Conclusiones
5.2. Esquemas propositivos

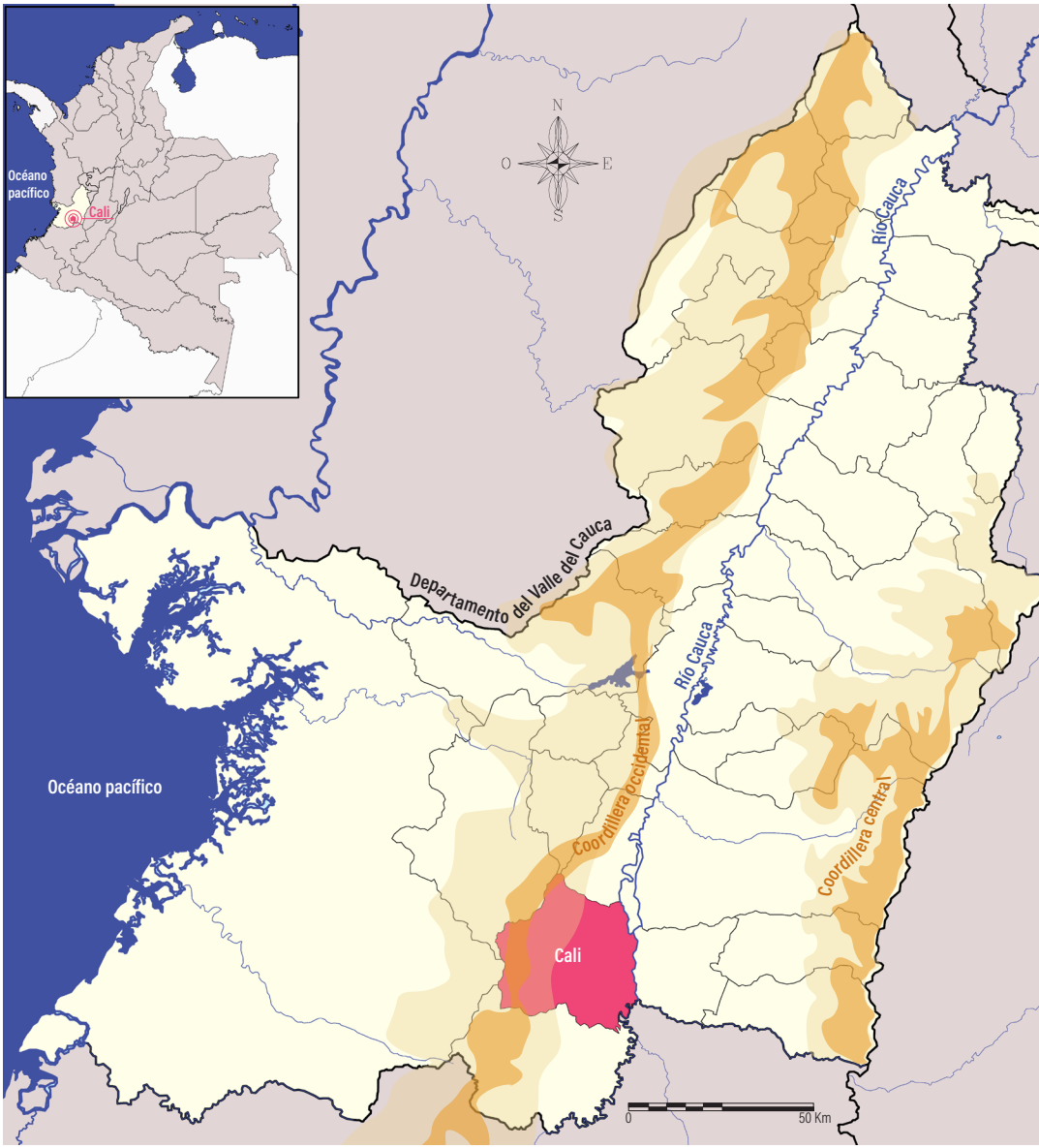
6. BIBLIOGRAFÍA **124**

7. ANEXOS **132**
7.1. Esquema Hidrógeno Verde
7.2. Gráficos climáticos de las ciudades de los casos de estudio analizados
7.3. Superposición de capas

1. INTRODUCCIÓN

" Quiero Volver a tierras niñas;
llévenme a un blando país de aguas.
En grandes pastos envejezca
y haga al río fábula y fábula" .

Magistral. G. (año). Agua. (Fragmento)



Plano 1: Localización del departamento del Valle del Cauca y la ciudad de Cali con respecto al país. Elaboración propia a partir del mapa físico de Colombia.

1.1. CONTEXTO Y MOTIVACIÓN

Esta investigación surge por mi interés personal en los temas relacionados con la sostenibilidad y la crisis climática; temas que han sido en general el factor en común de todos mis proyectos a lo largo de mi carrera como estudiante; es cierto que algunos proyectos han sido más o menos fieles a este pensamiento, sin embargo siempre han estado en la búsqueda de respetar en la mayor medida el entorno y los recursos naturales.

En consecuencia, en mi último año de carrera en G7 se nos dio la oportunidad de escoger el emplazamiento de nuestro proyecto, y yo decidí hacerlo en mi ciudad natal; Cali, Colombia.

Cali, es una ciudad ubicada en el pacífico Colombiano, por lo tanto tiene un clima tropical lluvioso, con casi 8 meses de lluvia, más un intenso sol y una alta humedad todo el año. Esta ciudad, al igual que muchas otras del país padece graves problemas relacionados con las escorrentías superficiales, ocasionando constantes inundaciones a lo largo del año, sumado al mal estado en el que se encuentran la mayoría de los ríos de la ciudad y los problemas sociales derivados del mal manejo de los cuerpos de agua. Por estas razones sentí que era una oportunidad de indagar en posibles soluciones a estos conflictos.

Por lo tanto, G7 fue una oportunidad de crear un proyecto para ayudar a la comunidad, al crecimiento económico del sector y reducir el impacto ambiental que estaba recibiendo el ecosistema urbano. Sin embargo, no terminaba de dar una solución integral al problema latente del agua. Por esta razón surgió este trabajo de fin de grado con la intención de buscar nuevas alternativas para pasar de ver en el agua un problema, a ver múltiples oportunidades, para diseñar desde el agua y aprender a tener una visión y respuesta holística que sumara varias cuestiones sectoriales y que viese la gestión del agua como una unidad espacial.

1.2. OBJETIVO

El objetivo principal de esta investigación es hacer una aportación a la gestión integral del agua en el siglo XXI para la ciudad de Cali, Colombia; especificamente en la cuenca del río de Cali a través de un recorrido escalar en la ciudad; desde el municipio en conjunto y pasando por los aspectos relevantes de la cuenca hidrológica del río Cali, hasta llegar al barrio. Este análisis se realizará mediante el estudio de proyectos urbanos y de experiencias que traten el agua como una oportunidad productiva, asociada a los núcleos urbanos y que al mismo tiempo estén convergiendo en la recuperación, manejo y sensibilización del agua, para llegar a establecer la sinergia de dichas cuestiones sectoriales en el barrio San Vicente en beneficio de la comunidad.

Por otra parte, se busca visibilizar la vulnerabilidad actual de la cuenca hídrica del Río Cali, acentuando la memoria anfibia de la ciudad y su potencial como oda al agua; todo esto desde la visión de regeneración urbana desde la escala barrial; para dar finalmente un diagnóstico y unas estrategías de diseño, para la proyección y ejecución de futuros proyectos en la cuenca del río Cali en relación con la gestión integral del agua.

1.3. HIPOTESÍS

Los barrios de la cuenca del río cali pueden reconfigurarse y convertirse en proyectos urbanos que sean el resultado de una intercepción de fenómenos naturales y sociales que ocurren en el lugar. Por ende, el barrio y la comunidad son piezas claves que servirán para restablecer una ingeniería territorial que tenga implícito el manejo y gestión integral de aguas residuales y de lluvias de la cuenca hidrológica del río Cali.

Porque sí, es posible en Cali la aplicación de tratamientos descentralizados de las aguas en los barrios, para proteger el medio natural, a la comunidad y prevenir las situaciones de inundabilidad. Así mismo, es posible realizar la aplicación de una gestión integral del agua, para que los caleños puedan ver la capacidad productiva del agua y evitar convertir el recurso hídrico en una situación de deterioro y artificialización como ha sido hasta el momento.
Porque desde el diseño del paisaje urbano se puede lograr dar un significado al agua que trascienda de sus cualidades físicas a sus cualidades simbológicas, impidiendo por lo tanto una lectura desde una sola escala o cuestión sectorial y justificando totalmente como necesario el mantener una visión holística.

El suelo urbano del municipio de Santiago de Cali se encuentra ubicado entre los 900 y 1200 msnm, principalmente en la zona plana del Valle geográfico del río Cauca, conformado por los depósitos aluviales del río Cauca y afluentes y las formaciones de la llanura aluvial de piedemonte; su principal característica es la variación en los regímenes de humedad. (La CVC, 2017)

EL RÍO QUE NADA CONTRA LA CORRIENTE

Cali es una ciudad de 2300 millones de habitantes, la tercera ciudad más importante del país y está atravesada por seis ríos que van desde el oeste de la ciudad hasta su desembocadura en el río Cauca, que es el segundo río más importante de Colombia. El río Cauca recorre Cali en sentido de sur a norte y es este río el encargado de abastecer entre el 70 y 75% de agua potable a la ciudad con la ayuda del río Cali, el río Meléndez y las aguas subterráneas obtenidas a través de pozos (en menor medida) que se ocupan del 30% restante.



Ilustración 2. Río Cauca cerca al embalse de la Salvajina. (Universidad del Valle, 2017)

Desde su nacimiento en el macizo Colombiano el río Cauca presenta en su primer tramo una calidad buena a pesar de los niveles de contaminación que recibe derivados de la minería en el departamento del Cauca. Según la CVC, afirman que el nivel de oxígeno del río hasta ese momento es aceptable, a pesar de ello al llegar a la ciudad de Cali el panorama cambia, el río Cauca es convertido por los caleños en una "cloaca" y es por esta razón que es imposible utilizar el río Cauca como fuente de abastecimiento de agua para consumo humano después de pasar por los municipios de Cali y Yumbo.

Según un reporte en el 2021 de la revista Semana titulado "El río que nada contra la corriente" afirman que "La contaminación que llega al río en el Valle proviene en 60 % de aguas negras residenciales, pero la industrial es 300 veces más letal.

A su paso por el departamento del Valle del Cauca el río arrastra más de 400 toneladas diarias de basura. Desde sus riberas se arrojan más de 1.000 productos agroquímicos". Sin embargo, en el año 2020 se evidenció una disminución de la contaminación vertida al río Cauca por parte de la ciudad que se puede deber a la situación de paralización de ciertos sectores industriales sobre esas fechas debido a la pandemia del COVID 19.

Es cierto que Cali cuenta con un gran número de ríos y este es un punto importante para tener una garantía de abastecimiento de agua. Pero el foco principal de abastecimiento de agua que es el río Cauca está en un punto de degradación inminente si no se actúa con rapidez.



Ilustración 3. Asentamientos informales sobre el dique del Río Cauca que bordea el oriente de Cali. (Revista Semana, 2017)

¿QUE PASA CON LA PTAR (EDAR)?

Otro aspecto de suma importancia en cuanto a la gestión de agua que se realiza actualmente en Cali es que la ciudad cuenta con solo una central de tratamiento de aguas residuales para toda la ciudad la "LA PTAR", que por problemas de incumplimientos de contratos hoy en día solo depura el 43% del agua que es vertida al río Cauca, siendo la unidad de tratamiento más grande y con mayor capacidad del país y la segunda de Latinoamérica.
Además, el río tiene grandes dificultades, por ejemplo, en las temporadas de lluvia presenta 9000 unidades de turbiedad sobrepasando por 6000 unidades el máximo permitido por el decreto de usos del agua y residuos, y debido a ese al alto contenido de materia orgánica y lodos se llegan a saturar en temporadas de lluvias con frecuencia dos de las cuatro plantas de tratamiento de agua, las cuales son la Unidad de tratamiento de puerto Mallarino y la de río Cauca.

Por otro lado, en las temporadas secas el río presenta un muy bajo volumen, lo cual hace insostenible la obtención de agua y esto es una situación de alarma cuando es bien sabido que el pacífico es una de las regiones que más sufre las consecuencias del fenómeno del niño que ocurre cada 7 o 10 años. En conclusión, estas dos situaciones de aumento excesivo que genera turbiedad y la gran carga de contaminantes en temporadas de no lluvias hacen imposible la obtención del agua potable para la ciudad paralizando las plantas de tratamiento de agua potable alrededor de 500 veces en los últimos 5 años.



Ilustración 4. Río Cauca turbio por lluvias. (Alcadía de Santiago Cali, 2016)

¿Y EL RÍO CALI?

Ahora conociendo el panorama del municipio se hará un acercamiento sobre el estado en cuestión de la cuenca del Río Cali que es en donde se ubica el ámbito de trabajo.
El río Cali es un río que nace en el alto del buey en la cordillera occidental en el Parque nacional natural de farallones de Cali, actualmente abastece a un muy pequeño porcentaje de la ciudad de energía proveniente de la hidroeléctrica del río Cali obtenida en la cuenca media y también abastece a 60 barrios de la zona del oeste de la ciudad de agua potable. Este río es un enclave de desarrollo histórico de la ciudad y forma parte de la identidad caleña.

Los problemas del río Cali inician desde su nacimiento en la cuenca alta, debido a la deforestación por minería ilegal que contamina riachuelos que desembocan en el caudal del río. Posteriormente en la cuenca media empiezan a surgir otros factores, como la contaminación por bañadores que van al río y arrojan basura, aparición de asentamientos informales en la zona de protección del río, además de lavados de coches; entre otros. Finalmente al entrar al suelo urbano ya ingresa con un nivel de contaminación bajo que va aumentando progresivamente por su paso por la ciudad hasta dejar de ser un río vivo sobre la calle 34 norte en donde se pierde por completo la franja de protección de los 30 metros exigidos por la normativa y desaparece toda especie animal que se podía ver calles atrás.



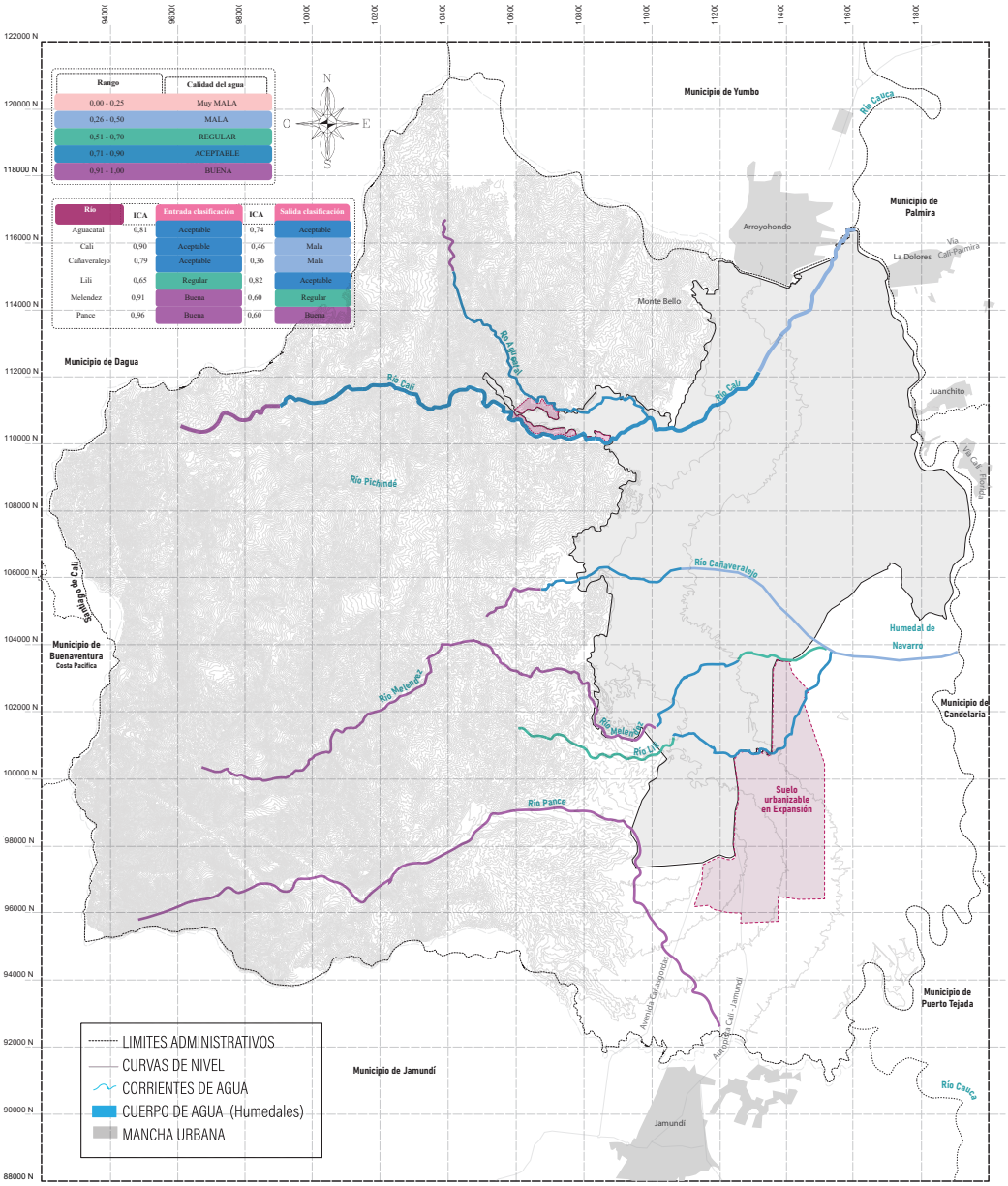
Ilustración 5. Río Cali iniciando su recorrido en suelo urbano. (Wikipedia, 2008)

Toda esta zona empieza hacer ocupada por asentamientos informales y empieza el vertimiento indiscriminado de desechos líquidos y sólidos al río. Por lo tanto, debido a la deforestación, la contaminación, las invasiones de su franja protectora y la hidroeléctrica que reduce su caudal, el río Cali enfrenta una situación crítica de deterioro y desnaturalización.
Según el último reporte anual del DAGMA realizado en el 2020 el río Cali entra a la ciudad en buenas condiciones con niveles de oxígeno, pero al salir del suelo urbano ya el río va en muy malas condiciones. (Ver plano 2).

Así mismo, otro de los problemas que afectan a la ciudad son las constantes inundaciones debido a que existen comunas sin sistema de alcantarillado de aguas pluviales, construcciones en la ladera de la ciudad que hacen que el agua que antes era filtrada por la tierra ahora sean escorrentías que no tienen por donde drenar, perdida de humedales debido a construcciones en donde se expandían los ríos, vertimiento de basuras en los canales de agua lluvia y represamiento de estos canales cuando los ríos se crecen debido a las precipitaciones, aumento desmesurado de superficies impermeabilizadas que impiden el drenaje de las aguas pluviales, incumplimiento del mínimo de franja protectora que se le debe de dejar a los ríos en suelo urbano, deforestación, asentamientos informales y deterioro en el sistema de alcantarillado, además de la condición geográfica plana (en el mayor % de suelo) de la ciudad.



Ilustración 6. Rio Cali pasando la Simón Bolívar, cerca al río Cauca. (Google maps, 2019)



Plano 2: Índice de calidad del agua de los ríos Cali. Elaboración propia a partir del Cali cómo vamos.

EL RÍO CALI NO ES SUFICIENTE COMO FUENTE DE ENERGÍA PARA LA CIUDAD

Otro de los aspectos a considerar es que la ciudad de Cali solo produce a través de la hidroeléctrica de río Cali el 9% de la energía eléctrica que consume toda la ciudad, por lo tanto, más del 90 % de energía debe de comprarla a otros departamentos que se abastecen de energía proveniente de hidroeléctricas y combustibles fósiles. Lo que equivale a un impacto ambiental negativo y a un aumento significativo en el costo del servicio en comparación a otras regiones, teniendo en cuenta que el 36% de la población caleña está en situación de pobreza. Otro aspecto a destacar es la recurrente interrupción del servicio durante el trascurso del año, identificando barrios en situación de vulnerabilidad de pobreza energética.

CON EL AGUA HASTA EL CUELLO

En conclusión, después de haber realizado una contextualización indispensable para entender el ciclo integral del agua en Cali y conocer como es la situación de la fuente de abastecimiento del 70% de agua potable que consume la ciudad y el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas potables y residuales, y además conocer los proyectos y las aportaciones que se realizan desde otras disciplinas para la urgencia hídrica que tiene la ciudad; Se puede llegar a entender que la ciudad de Cali, viene sufriendo desde hace varios años problemas de desabastecimiento de agua potable, ocasionados por las fuertes lluvias tropicales que provocan una turbidez excesiva de las aguas del río, lo que, junto con el incremento de vertidos incontrolados, hacen cada vez más difícil la obtención de agua potable.

Por otro lado, es de máxima importancia sumar el tema de las constantes inundaciones que vive la ciudad cada año en sus temporadas de lluvia. Cientos de calles, sótanos, comercios y viviendas se ven colapsadas por el exceso de agua. La incapacidad del sistema de saneamiento y canales de agua lluvia de controlar y gestionar adecuadamente las aguas pluviales, además del elevado porcentaje de suelo sellado que imposibilita la infiltración al subsuelo, hacen que Cali con cada fuerte aguacero se inunde.

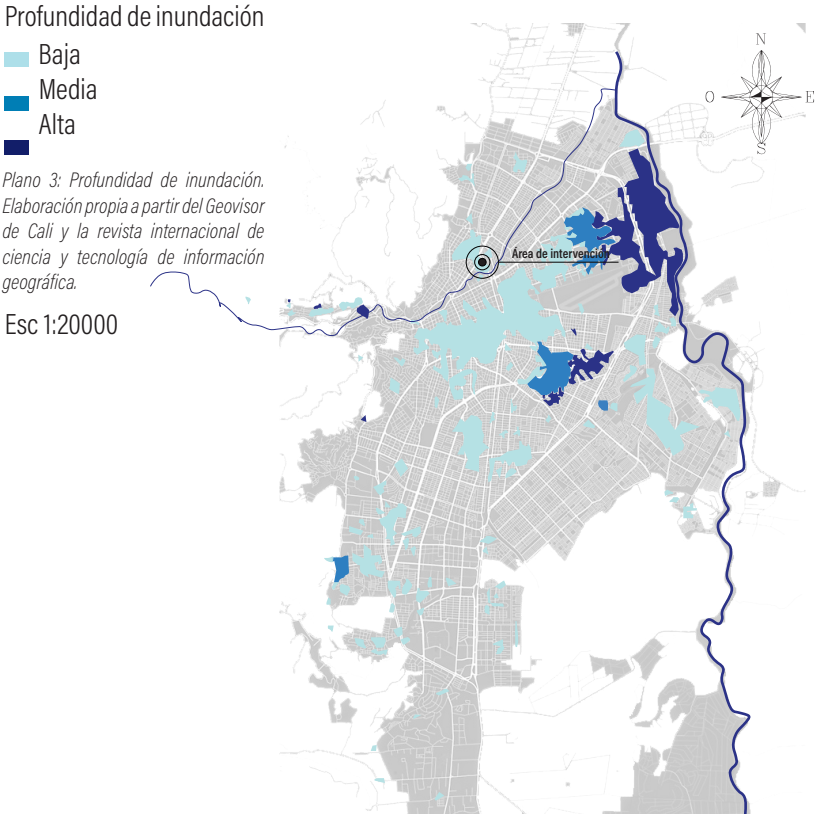
Es normal ver en estas temporadas un colapso total de la ciudad; bomberos, cruz roja, seguridad civil, EMCALI y en general todos los agentes de control de riesgo dispersos por Cali, es una de las imágenes que dejan esos tiempos de altas precipitaciones.

Por lo tanto, la inundabilidad es una situación crítica de deterioro ambiental, social y económico que está sufriendo Cali como muchas otras ciudades del país y de Latinoamérica. Lo que irónicamente muestra que aunque Colombia es uno de los

10 países del mundo con mayor reserva de agua dulce se está cargando las cuencas hídricas, por ende se están inundando y gran porcentaje de su población no tiene acceso a agua potable. Se tiene un gran recurso natural al cual no se le he esta dando valor alguno.

Los gastos económicos que generan las inundaciones son de una gran magnitud, sin hablar de las perdidas humanas, problemas de salubridad y el agravamiento de la situación socioeconómica de una ciudad cuyo 40% de población está en estado de pobreza. Por esta razón es necesario optar por medidas de prevención.

Así mismo, otro de los influyentes en las fuertes precipitaciones que sufre la ciudad y las temporadas de sequía es a causa del cambio climático que ha aumentado los episodios de lluvia por encima de la constante esperada. Como fue el caso del 7 de junio de 2022, día en el que hubo una precipitación de 46 mm en dos horas, lo cual es más de lo que llueve en Cali en todo un mes.



Plano 3: Profundidad de inundación. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali y la revista internacional de ciencia y tecnología de información geográfica.

Esc 1:20000

Los ríos se crecen, la ciudad está más densificada y la red de canales lluvia pavimentados no están calculados para fenómenos naturales de esa magnitud, además de luchar con las toneladas de escombros que se les vierten a los canales a diario y que hacen que sea aún más difícil la labor de conducir las escorrentías.

De manera que, el panorama en Cali exige que a la vez que se buscan nuevas fuentes de abastecimiento de agua es necesario fortalecer el sistema de escorrentías y drenaje de aguas lluvia, además del tratamiento adecuado de basuras de la ciudad.

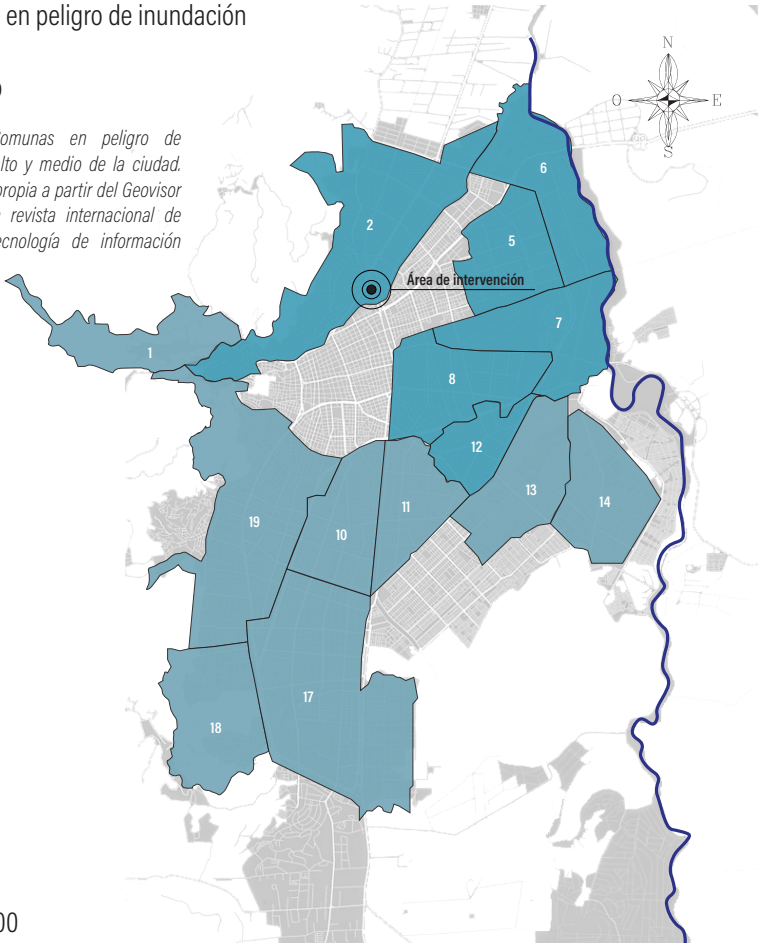
Así que, el agua forma parte de la cultura caleña y debería ser una pieza integral de su identidad.

Comunas en peligro de inundación

Alto

Medio

Plano 4: Comunas en peligro de inundación alto y medio de la ciudad. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali y la revista internacional de ciencia y tecnología de información geográfica.

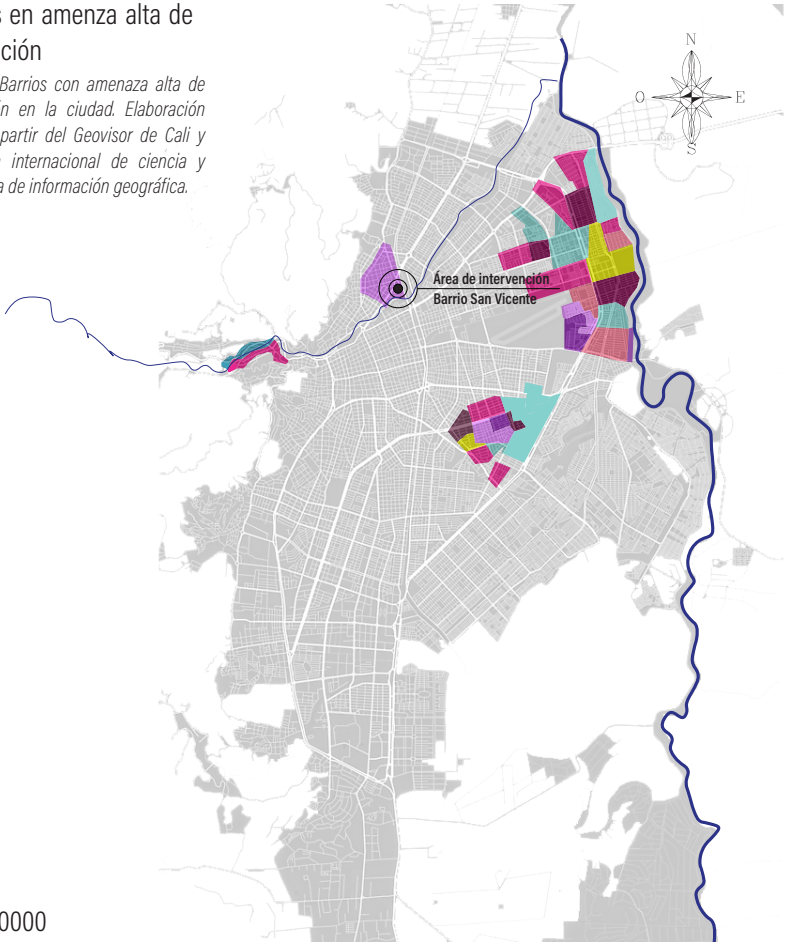


Esc 1:20000

Las inundaciones en Cali se han hecho presentes de forma fluvial, por el desbordamiento de los ríos y pluvial a causa de la insuficiencia de canales de lluvias que atraviesan varios sectores de la ciudad. De acuerdo a la Alcaldía Municipal de Santiago de Cali (2014), desde 1970, se han producido inundaciones en todos los años (excepto en 1991, año de escasez de lluvias). De ahí que, durante el período 1986-2018 se reportaran 766 inundaciones en 186 barrios de la ciudad (DESINVENTAR, 2018; República de Colombia-UNGRD, 2018; Sevillano-Rodríguez et al., 2020).

Barrios en amenza alta de inundación

Plano 5: Barrios con amenaza alta de inundación en la ciudad. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali y la revista internacional de ciencia y tecnología de información geográfica.



Esc 1:20000

CRONOLOGÍA
INUNDACIONES

1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970

1938



Ilustración 6: En el Guabito a Juanchito. Viviendas en alto peligro de colapsar debido a las lluvias.

1950



Ilustración 7: En el caserío Juanchito. Momento en que una familia abandona su hogar debido a las inundaciones.

1971



Ilustración 13: Inundaciones en el Barrio el Guabal

1984



Ilustración 8: Barrio Cristobal Colón, las aguas llegaron a un nivel de 60 centimetros de altura. Las alcantarillas no pudieron gestionar la gran cantidad de agua.

2015



Ilustración 9. Inundaciones en el norte de la ciudad.

1994



Ilustración 14: En norte de la ciudad. Al lado del centro comercial Chipichape

2017



Ilustración 10. Vivienda inundada en el nororiente de la ciudad.

2021





Ilustración 11. Colapso del canal lluvia.

2022



Ilustración 12. Iglesa inundada debido a fuerte lluvia en Cali.

1980 1990 **2000** 2010 2020 2030 2040 **2050**

¿CUAL ES EL ESTADO DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA SOBRE EL AGUA?

PROYECTOS DE RESCATE HÍDRICO:

Proyectos piloto

Debido a este desalentador panorama y a la intervención de Emcali (empresa privada encargada del abastecimiento y saneamiento de agua y la energía de la ciudad) en la que afirma que para mediados de 2037 será totalmente imposible la obtención de agua del río Cauca como hasta ahora y a los constantes problemas de inundabilidad y calidad del agua, varias entidades y disciplinas académicas han puesto sobre la mesa diferentes propuestas para la recuperación del agua en la ciudad.

Planificación ambiental

1. Proyecto de filtración del lecho del río Cauca

Desarrollada por un centro de investigación de la Universidad del Valle, según una publicación del periódico el tiempo. Este proyecto inició sus obras a finales de marzo del 2021 y se espera que esté terminado en el 2023. Se trata de un proyecto muy interesante que según Inés Restrepo directora del grupo de investigación de la Universidad del Valle, que lo define como una tecnología que ayudaría a ciudades que se abastecen de ríos tan contaminados como el río Cauca, para tener un agua de mejor calidad y evitar los excesos de lodos y contaminantes que afectan el sistema de tratamiento de aguas potables. La filtración del lecho es un proyecto de escala menor, con costos económicos asumibles por la ciudad y un sistema totalmente replicable a diferencia de los otros proyectos que se han propuesto.

2. Planes de restauración ecológica de los nacimientos de los ríos. Proyecto gestionado por particulares, cooperativas y apoyo de la alcadía.

3. Plan de protección de aguas subterráneas. Proyecto gestionado por el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (Dagma).

Planificación sectorial

1. Acueducto a escala regional

Así mismo en el 2019 la corporación autónoma del Valle del Cauca (CVC) corroboró la propuesta de captación de agua del río Cauca directamente debajo del embalse de la Salvajina con infraestructuras de conducción y plantas de tratamiento de agua potable. Lo cual quiere decir que se está poniendo sobre la mesa la idea de crear un acueducto a escala regional para darle solución a las necesidades de agua de los próximos 50 años. Este proyecto todavía se está estudiando para ser presentado en el departamento nacional de planeación.

Siendo esta última propuesta cuestionable, porque la ciudad de Cali en estos momentos demuestra una deficiencia en la gestión de agua del municipio y se considere un proceso de escala aún mayor, que centraliza todavía más el sistema de abastecimiento y plantea una solución que solo hable de los primeros 50 años y además con un costo demasiado alto a nivel social, económico y ambiental para la región y la ciudad.

2. Represas y acueductos desde la Costa del Pacífico
Sumado a esto también se considera la idea de construir represas a lo largo de la cordillera occidental para obtener agua de los ríos, lo cual ha generado mucho descontentando por parte de la población que vive en estas zonas rurales porque viven del agua y se abastecen de ella. Además, lo que ha pasado siempre es que cada vez que Emcali toma un río como fuente hídrica, lo deja sin agua como ha pasado con el río Meléndez y el río Cali que luchan por sobrevivir. Incluso se ha llegado a hablar de traer agua desde la Costa del Pacífico, atravesando toda la reserva natural de la cordillera. Todos estos últimos proyectos no dejan de ser indolentes con el medio ambiente, con la economía y la población de la región.

3. Tanques de tormenta
Por esta razón, han puesto sobre la mesa posibles propuestas para la retención de escorrentías de agua y control sobre las inundaciones. Una de ellas es por parte del presidente de Acodal que habla sobre la posible construcción de tanques subterráneos de almacenamiento que drenen posteriormente el agua al subsuelo de forma gradual en un lapso de entre 24 a 48 horas para controlar las inundaciones, aunque se estima que será un proyecto demasiado costoso para ser asumido por el municipio.

4. Plan maestro de acueducto y alcantarillado
Existe un Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado que la empresa de Emcali ha presentado al Ministerio de Vivienda para la reposición de redes de alcantarillado que necesite Cali para evitar inundaciones.

Planificación urbanística
1. Corredor ambiental el Jarillón – Plan Jarillón
De igual forma el DAGMA y la CVC han propuesto en convertir el Jarillón el río Cauca en un corredor ambiental, cultural y turístico. Los recursos de este proyecto de parque lineal de 26.1 km está incluido dentro del plan de desarrollo de la ciudad. Aunque todavía es una idea que se podría llegar a realizar en un plazo de tiempo largo debido problemas a los cuales se les debe dar solución primero. Como se esta haciendo actualmente con el proyecto Plan Jarillón que se basa en la reubicación de familias que están en zona de riesgo no mitigable de inundación (asentamientos informales en la zona del Jarillón).

2. Parque lineal río Cali

Este proyecto realizado por el estudio de arquitectura West 8 y la alcaldía inicio su construcción en enero de 2015 y fue entregada la primera etapa a la ciudad en el mismo año como parte de una iniciativa llamada "Un sueño atravesado por un río". El propósito del proyecto era crear una ecología de rehabilitación del paisaje trabajando contra la deforestación, la contaminación ambiental y salvaguardar el río. Además de brindar a los caleños espacios de dispersión y ocio. Sin embargo, hasta la fecha el proyecto se encuentra paralizado y no ha podido dar fin a sus siguientes etapas.

3. Corredor integral Cristo Rey

Este proyecto ya se encuentra en marcha y ha sido adjudicando al estudio de arquitectura caleño EDWARD CONDE SERNA ARQUITECTOS S.A.S. Hasta la fecha la alcaldía ha adquirido los predios necesarios para la realización del corredor verde de 4 km que busca la recuperación ambiental, evitar el aumento de asentamientos informales sobre los cerros, ser un pulmón verde para Cali y re naturalizar las escorrentías naturales de la ciudad.

4. Corredor ambiental urbano del Río Cali

Por otra parte, se realizó un concurso público nacional en el año 2018 por parte de la Alcaldía de Cali para el diseño ambiental, paisajístico y urbanístico del corredor ambiental urbano de la cuenca del río Cali; concurso el cual lo ganó ALCUADRADO Arquitectos + Habitar Colectivo. Sin embargo, todavía no se han iniciado con las obras.

> *El proyecto surge como respuesta a la reestructuración ambiental y manejo del paisaje contribuyendo a la conectividad ecológica y abordando estrategias de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en nuevos paisajes transformados, implementando herramientas de manejo del paisaje, que contribuyan a la conectividad ecológica desde el parque natural nacional farallones de Cali hasta el Rio Cauca, incluyendo soluciones propias de los ecosistemas. (Equipo Editorial, 2019).*

2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2025
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040



2015

Parque lineal Río Cali



2018

Corredor ambiental urbano del Río Cali

2021



Corredor integral Cristo Rey



En la próxima década

Corredor ambiental el Jarillón

CRONOLOGÍA

PLANEACIÓN URBANISTICA

- LOS 2000 -

1.5 SABIDURÍA ANCESTRAL DE PUEBLOS INDÍGENAS ORIGINARIOS DE AMÉRICA DEL SUR

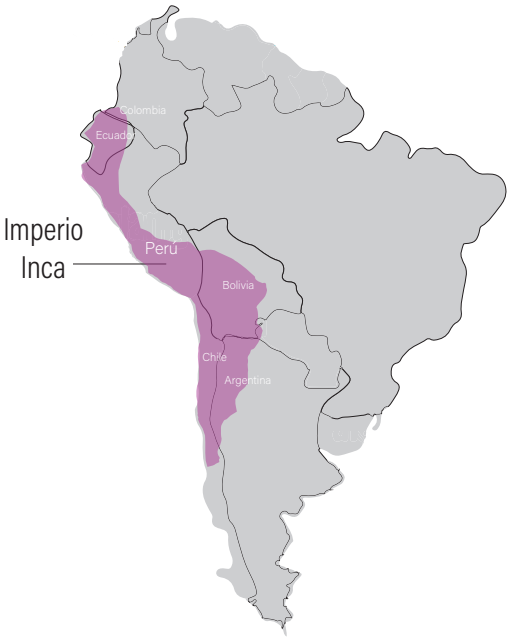


Ilustración 15. Mapa de Sur América. Elaboración propia.

El CASO DEL IMPERIO INCA, CUZCO, PERÚ

El imperio Inca fue el más extenso de la América precolombina, se extendió desde lo que hoy es Argentina hasta parte de territorio actual colombiano. Incluso hoy sobreviven diferentes comunidades indígenas descendientes de los Incas, como es el caso de los Ingas en el departamento del Cauca en Colombia.

Los Incas al igual que todos los pueblos indígenas, tenían una relación de adoración y respetado a la madre tierra, por lo que no es de extrañarse que su forma de captación y abastecimiento de agua fuese un sistema en completa armonía con el medio natural; convirtiéndolo en un caso de interés para la investigación, al ser pueblos que desarrollaron sistemas hidráulicos ancestrales de gran valor, que conservaban y respetaban el medio natural. Ya que en las creencias indígenas; el sol, el agua y en general los recursos naturales son divinidades que deben de ser utilizadas con respeto y veneración.

A continuación se detallarán algunos de los sistemas ancestrales incas y pre incas de gestión de agua, que combaten el cambio climático y reducen el estrés hídrico:

1. SISTEMA DE PRODUCCIÓN WARU WARU

Este es un sistema antiguo agrícola que se realiza en zonas inundables, que se basa en el manejo de suelo y del agua, tratándose de franjas de tierra en donde se realiza la siembra y se rodea de canales de agua. Estos canales de agua generan un microclima que permite a los cultivos sobrevivir en condiciones climáticas fuertes. (ver ilustración 16).

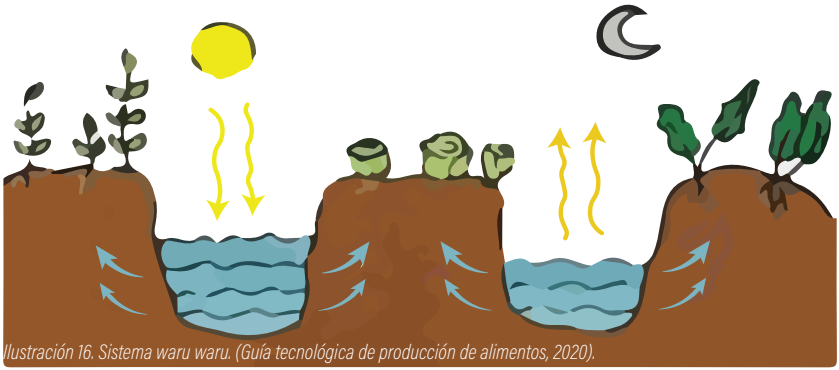


Ilustración 16. Sistema waru waru. (Guía tecnológica de producción de alimentos, 2020).

2. AMUNAS, SISTEMA ANCESTRAL INDÍGENA DE SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA

Los Incas crearon un sistema de recarga de acuíferos muy interesante, respetando el ciclo natural hidrológico de la naturaleza llamado "Amunas" que en quechua significa retener. Las amunas se tratan de una infraestructura de 11 millas de canales abiertos o zanjas construidas en piedra impermeable sobre terreno permeable, estos canales siguen la topografía del lugar y captan las aguas de las quebradas en la parte más alta de la montaña para ir infiltrando las aguas al subsuelo insitu en temporada de lluvia, para que luego en 2 o 4 meses esta agua surja en la parte más inferior de la montaña a través de quebradas cerca a las poblaciones, justo en temporadas de sequía. A esta técnica se le denomina siembra de agua.

Antiguamente, la siembra de agua representaba un ritual en el que se veneraba al agua, a los espiritus naturales y a la madre tierra. Hoy en día se ve como una técnica que se necesita rescatar como adaptación al cambio climático.

Desde hace 5 años las comunidades cercanas a las antiguas amunas inició un proyecto de recuperación de las infraestructuras para enfrentar los problemas de escasez de agua que vienen sufriendo desde hace varios años.

Incluso se ha considerado que las amunas puedan llegar hacer la solución a la crisis de agua pronosticada para Lima dentro de 10 a 15 años, debido a su ubicación geográfica en un desierto, su alta densidad poblacional que tiene la capital con casi 10 millones de habitantes y solo 3 ríos como fuente de abastecimiento, teniendo en cuenta que estos ríos se encuentran en una situación de alta degradación. (ver ilustración 17).

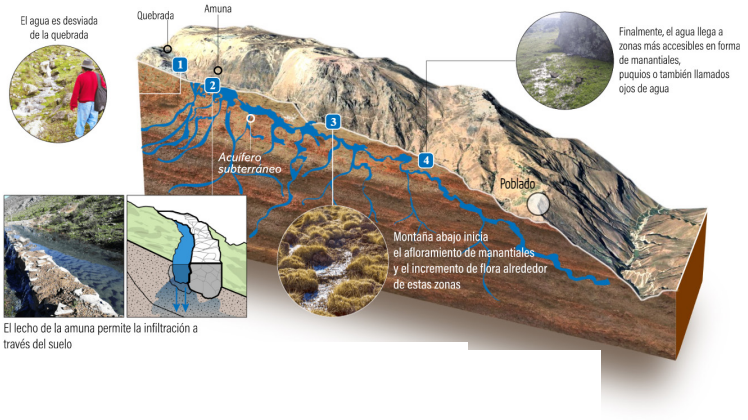


Ilustración 17. Funcionamiento de las amunas, Perú. (Aquafondos, 2021)

3. SISTEMA DE ANDENES

El sistema de andenes o aterrasamiento de zonas de ladera que se utilizaban muchas de las civilizaciones antiguas, era un sistema que a los pre incas e incas les permitia ganar mayor porcentaje de tierra agrícola en áreas montañosas y a la vez mejorar la infiltración de las aguas pluviales al subsuelo y controlar las escorrentías de la montaña, permitir que los cultivos tuvieran más ganancias solares y evitar la erosión de las montañas. (ver ilustración 17).



Ilustración 18. Andenes del Imperio Inca en Machu Picchu, Perú. (Aquafondos, 2017)

Por todo lo anterior, se observa que los sistemas hidráulicos Incas se convierten en casos de interés, para estudiar su posible aplicación e incorporación en la ciudad de Cali, con el propósito de controlar las inundaciones en temporada de lluvia y los problemas de desabastecimiento de agua en temporada de sequía. Además, es importante considerar su similitud geográfica y la presencia de la cordillera de los Andes en ambos territorios; colombiano y peruano, que condiciona características particulares como lo son las climáticas, de escorrentías y de suelo.

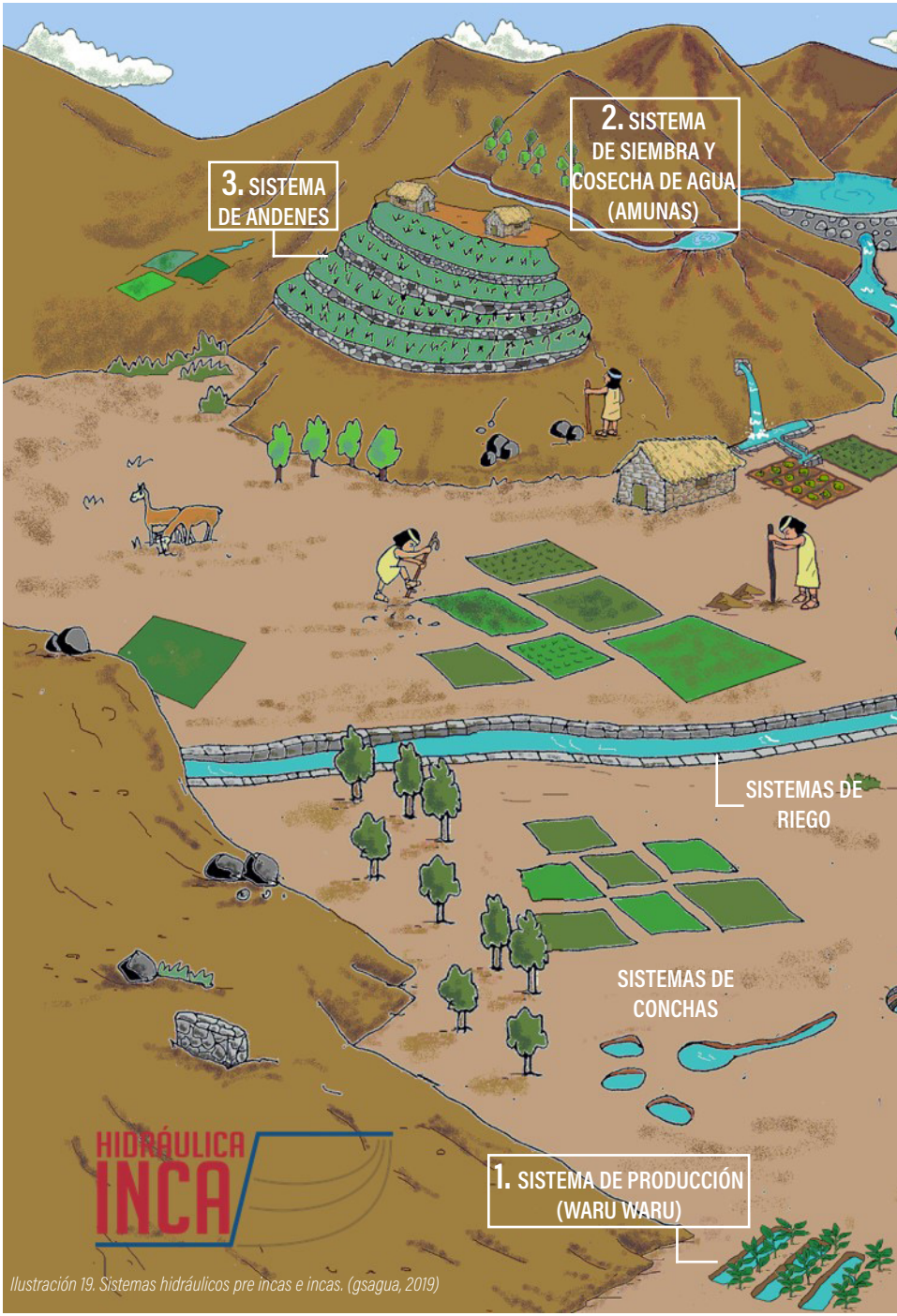
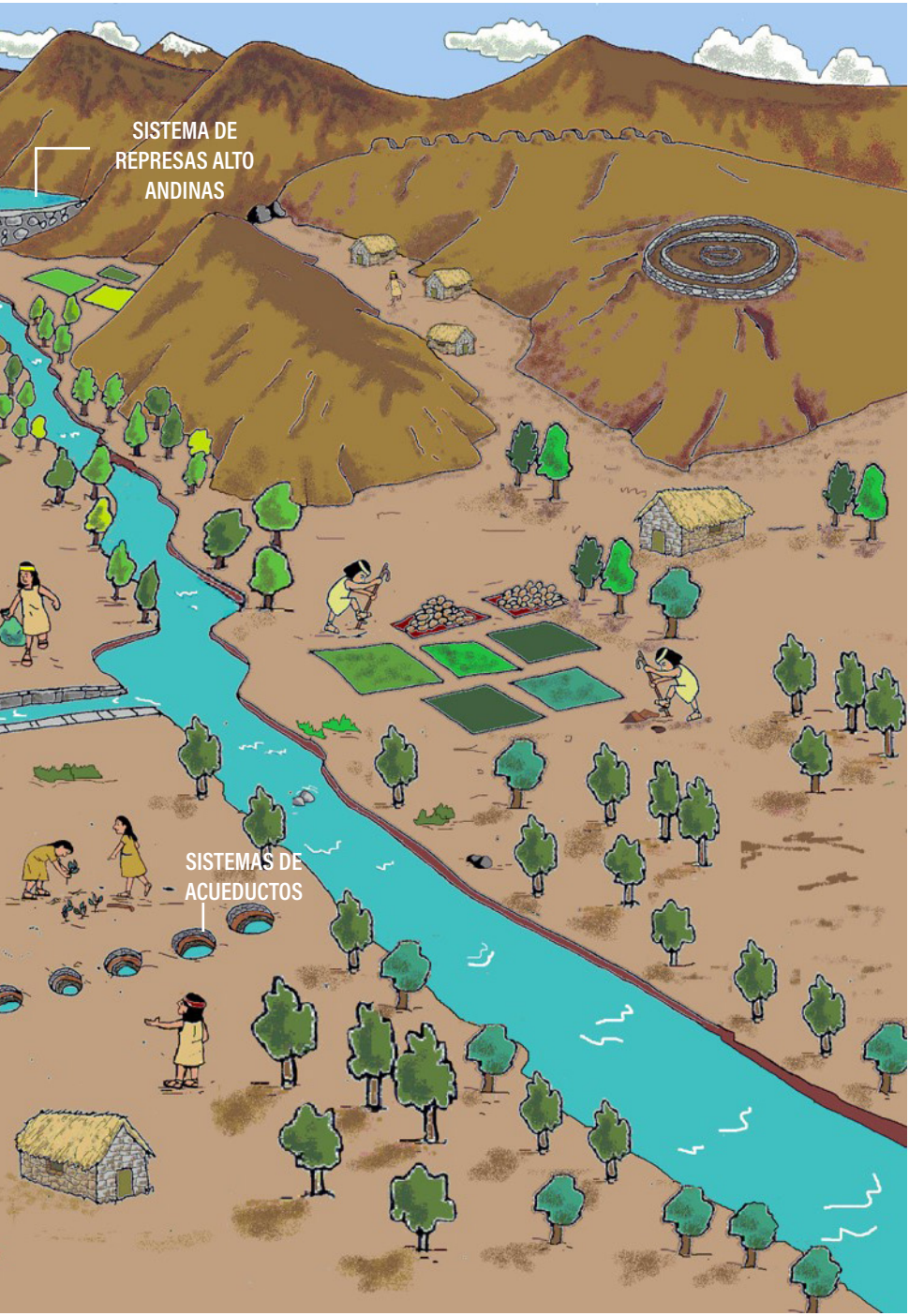


Ilustración 19. Sistemas hidráulicos pre incas e incas. (gsagua, 2019)


SISTEMA DE
REPRESAS ALTO
ANDINAS
SISTEMAS DE
ACUEDUCTOS

2. METODOLOGÍA

Agua, ¿adónde vas?
Río arriba voy buscando
fuente donde descansar.

,

García, L. F. (año). ¿Agua a dónde vas? (Fragmento)

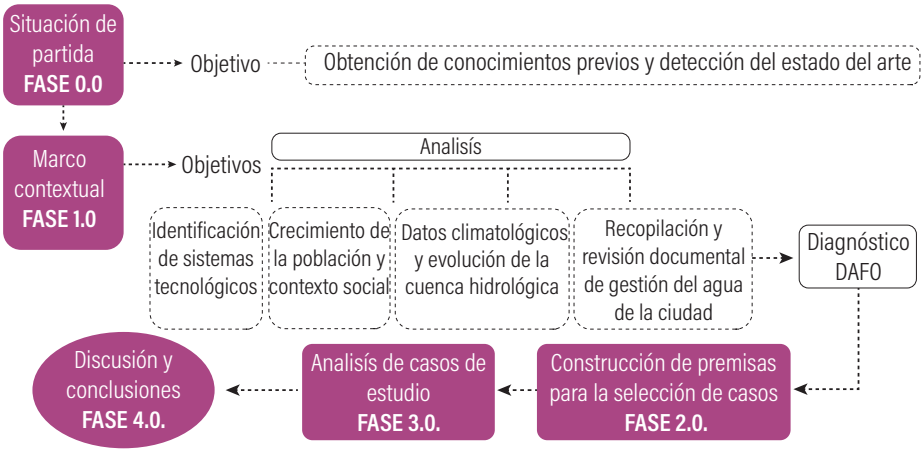
2.1. MARCO METODOLÓGICO

Se realizará una revisión previa del estado del arte para detectar carencias en el ámbito y orientar la línea de investigación hacía la forma más adecuada, a través de la recopilación de información bibliográfica, videográfica y de páginas web con el objetivo de obtener conocimientos fundamentales previos para la comprensión del tema a tratar.

Posteriormente se realizará una selección de información que estará comprendida en el marco contextual, en el cual se iniciará con una investigación de antecedentes históricos que pretende conocer el pasado del lugar, las costumbres y descubrir valores a mantener. A continuación se realizará un análisis del lugar, por medio de la recolección de datos y superposición de capas para la obtención de un diagnóstico de las necesidades específicas de la cuenca del río Cali, para finalizar con un DAFO y un plano sintesís de la cuenca.

Posteriormente con la reflexión del marco contextual completo, se pasa a la fase 2 y se construye una serie de parámetros determinados por las necesidades del caso de la cuenca del río Cali obtenidas en el DAFO, para la selección de casos de estudio. Después se realiza el respectivo análisis de cada uno de los casos de estudio y finalmente se llega a la fase 4, para la elaboración de la discusión y conclusiones.

2.2. ESQUEMA DE METODOLOGÍA



3. MARCO CONTEXTUAL

¡QUE IRONÍA, CALI LA CIUDAD DE LOS SIETE RÍOS EN CRISIS HÍDRICA!

Analisís y diagnostico

El AGUA COMO ELEMENTO TRANSFORMADOR

La ciudad de Santiago de Cali, fundada en el año 1536 inició su crecimiento y desarrollo en torno al río Cali; en 1778 se fundó el primer acueducto que surtía de agua a los habitantes de la época mediante pilas públicas y a final de la década de los 50 el río Cauca se convirtió en la principal solución a la constante crisis de desabastecimiento de la ciudad. (Andrea Pérez Vidal, 2012).

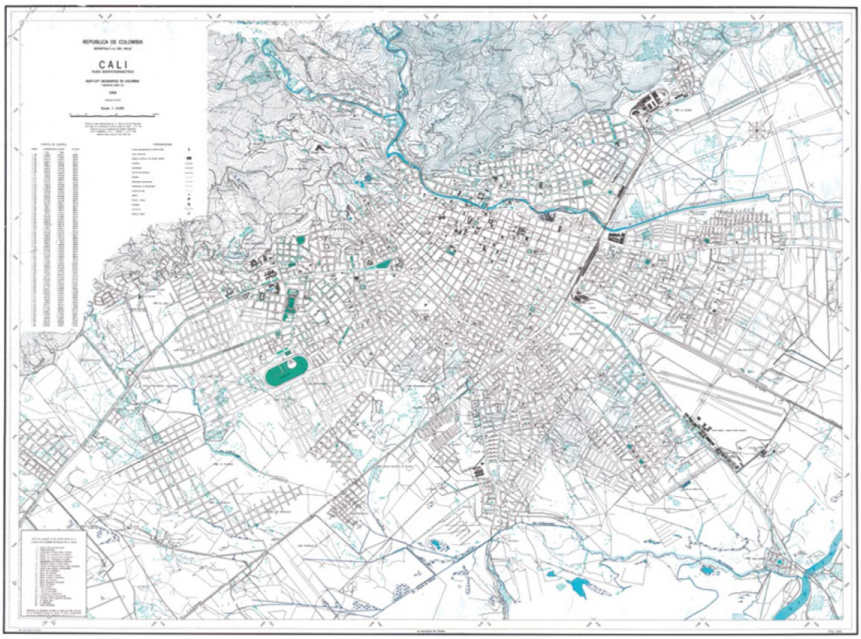


Ilustración 20. Plano de Cali 1958 (Atlas histórico de Cali, 2019)

Época
Precolombina
1500 a.d - 1492

Época Colonial
Virreinato de la Nueva Granada
1550-1810

CONTEXTO HISTÓRICO

1536

Fundación de la ciudad de Cali el 25 de Julio por el español Sebastián de Belalcazar.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

1574

Hacia estas fechas, la ciudad con 1,500 habitantes se abastecía del río Cali por una pequeña acequia que corría por la Calle La Merced y mediante derivaciones en guadua, se surtían los predios más importantes (Pérez, 2006; EMCALI s.f.).

SANEMAIENTO

1509

Inicio de asentamientos de origen español en el territorio colombiano

DESHIDRATACIÓN DE LA CIUDAD

1600 a.C

Primeros asentamientos de la Cultura Calima en el Valle del Cauca

INUNDACIONES

La Cali precolombina estuvo habitada por comunidades indígenas como los Calima , Los Gorrones y los Lilies . La Cuenca del río Cali era un punto estratégico de trueques comerciales entre los diferentes grupos aborígenes del Pacífico.

PROYECTOS DE RESCATE HÍDRICO

CRONOLOGÍA

1746

Se funda la Capilla de San Antonio

1700

Desaparición del pueblo Quimbaya

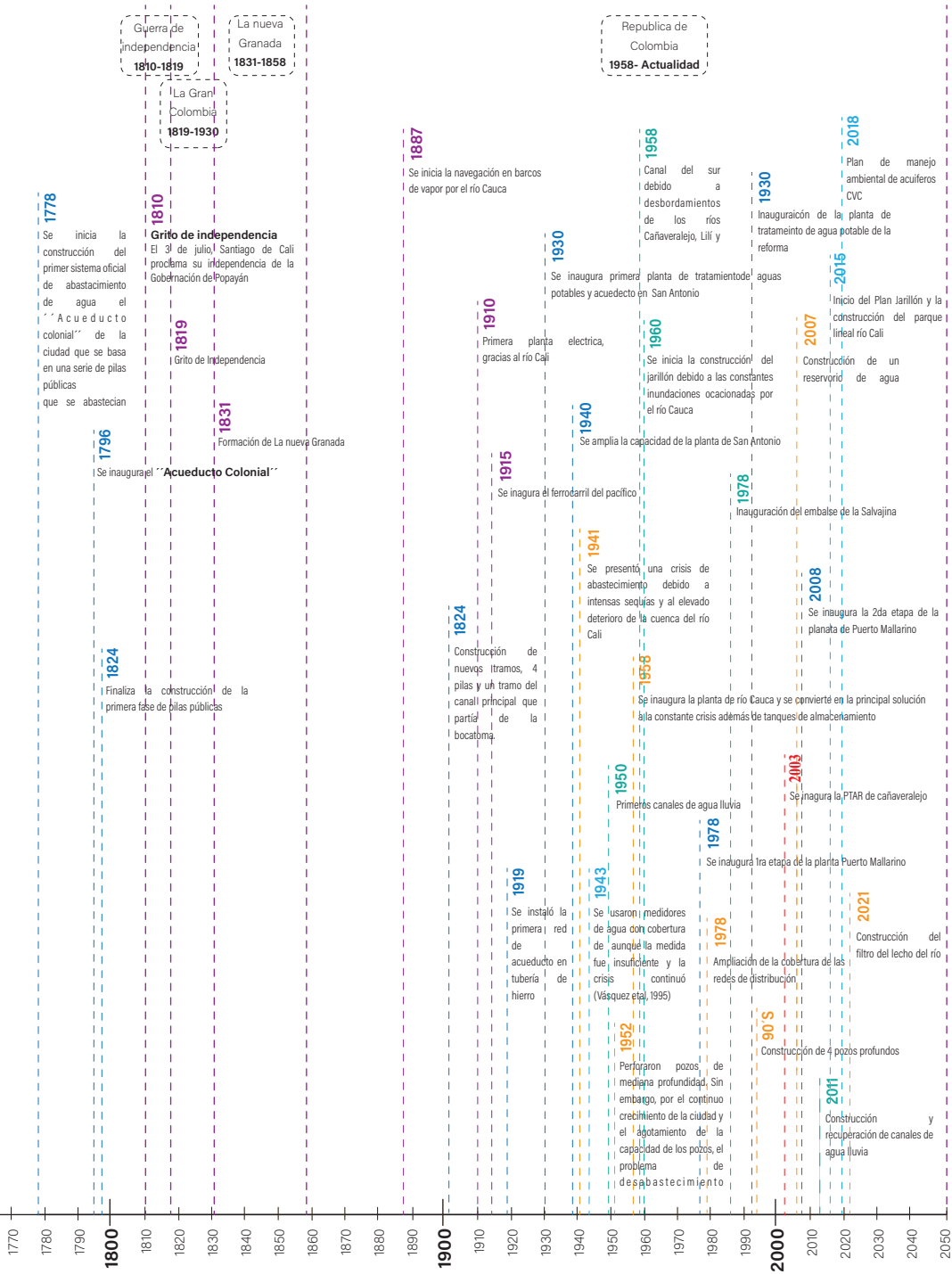
Debido a la encomienda y la minería se provocó la extinción de la población indígena sobreviviente esclavizada, lo que generó una crisis demográfica y esto hizo necesario incorporar una nueva fuerza de trabajo compuesta por esclavos africanos en cali para trabajar en las minas y en las haciendas de caña de azúcar.

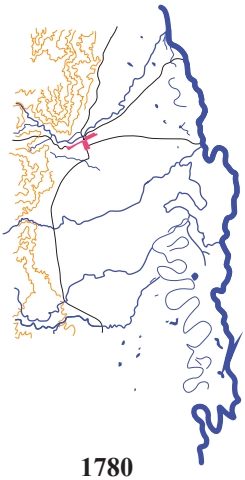
Lo que dio inicio al pacífico como la región principal de la cultura afrocolombiana.

1600´S

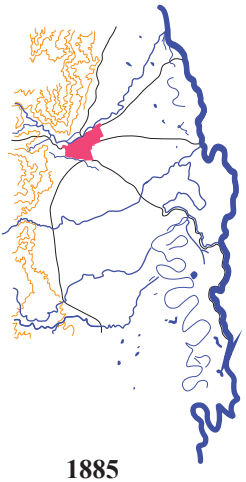
La zona oriental de la ciudad eran valles fluviales conformados por humedales y lagunas . Siendo áreas de crecimiento del río cuando aumentaban las precipitaciones, por lo tanto los asentamientos se alejaron del río cauca hacia el oeste a lo largo del río Cali.

1400 a.C 1500 1510 1520 1530 1540 1550 1560 1570 1580 1590 1600 1610 1620 1630 1640 1650 1660 1670 1670 1680 1690 1700 1710 1720 1730 1740 1750 1760

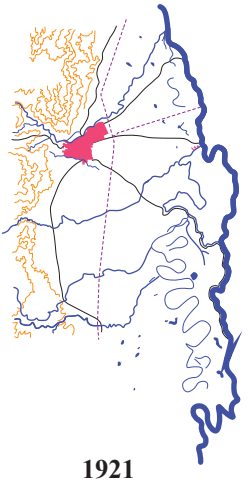

Guerra de Independencia
1810-1819
La nueva Granada
1831-1858
La Gran Colombia
1819-1930
Republica de Colombia
1958- Actualidad
1778
Se inicia la construcción del primer sistema oficial de abastacimiento de agua el ´´Acueducto colonial´´ de la ciudad que se basa en una serie de pilas públicas que se abastecian
1810
Grito de independencia
El 3 de julio, Santiago de Cali proclama su independencia de la Gobernación de Popayán
1819
Grito de Independencia
1831
Formación de La nueva Granada
1796
Se inaugura el ´´Acueducto Colonial´´
1824
Finaliza la construcción de la primera fase de pilas públicas
1887
Se inicia la navegación en barcos de vapor por el río Cauca
1910
Primera planta electrica, gracias al río Cali
1915
Se inagura el ferrocarril del pacífico
1824
Construcción de nuevos tramos, 4 pilas y un tramo del canal principal que partía de la bocatoma.
1919
Se instaló la primera red de acueducto en tubería de hierro
1930
Se inaugura primera planta de tratamientode aguas potables y acuedecto en San Antonio
1940
Se amplia la capacidad de la planta de San Antonio
1941
Se presentó una crisis de abastecimiento debido a intensas sequías y al elevado deterioro de la cuenca del río Cali
1943
Se usaron medidores de agua con cobertura de aunque la medida fue insuficiente y la crisis continuó (Vásquez etal, 1995)
1950
Primeros canales de agua lluvia
1952
Perforaron pozos de mediana profundidad. Sin embargo, por el continuo crecimiento de la ciudad y el agotamiento de la capacidad de los pozos, el problema de desabastecimiento
1956
Se inaugura la planta de río Cauca y se convierte en la principal solución a la constante crisis además de tanques de almacenamiento
1958
Canal del sur debido a desbordamientos de los ríos Cañaveralejo, Lilí y
1960
Se inicia la construcción del jarillón debido a las constantes inundaciones ocacionadas por el río Cauca
1978
Inauguración del embalse de la Salvajina
1978
Se inaugura 1ra etapa de la planta Puerto Mallarino
1978
Ampliación de la cobertura de las redes de distribución
90´S
Construcción de 4 pozos profundos
1930
Inauguraicón de la planta de tratameinto de agua potable de la reforma
2003
Se inagura la PTAR de cañaveralejo
2007
Construcción de un reservorio de agua
2008
Se inaugura la 2da etapa de la planta de Puerto Mallarino
2011
Construcción y recuperación de canales de agua lluvia
2015
Inicio del Plan Jarillón y la construcción del parque lineal río Cali
2018
Plan de manejo ambiental de acuíferos CVC
2021
Construcción del filtro del lecho del río
1770
1780
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050



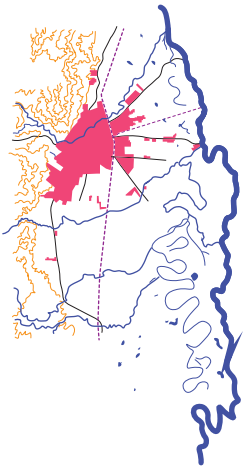
1780
6.450 Hab.



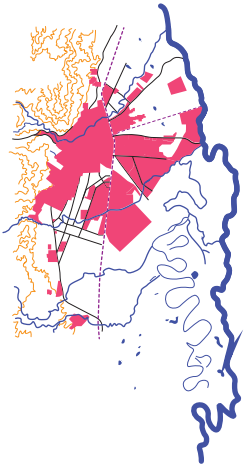
1885
25.757 Hab.



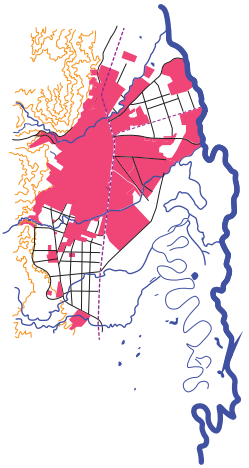
1921
55.000 Hab.



1952
284.186 Hab.



1960
627.925 Hab.



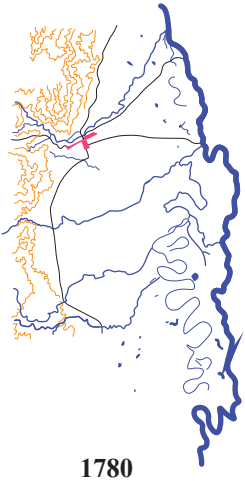
1968
789.929 Hab.

LEYENDA

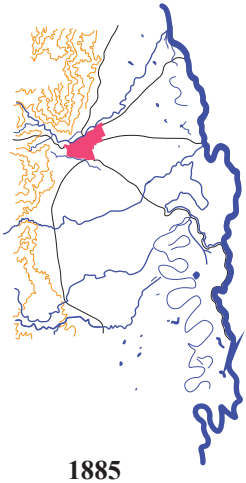
CIUDAD CON RESPECTO AL AGUA

- PENDIENTES IMPORTANTES : Nacimiento de escorrentias superficiales y movimiento de tierras.
- SUELO URBANO: Zona en donde se acumula el agua dentro de la cuenca endorreica; lugares de interés por indundación.
- AFLUENTES FUNDAMENTALES DEL CAUCA: Flujos de agua vitales para el río Cauca

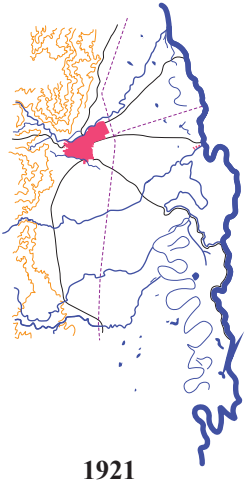
CALI, CRECIMIENTO URBANO CON RESPECTO AL AGUA



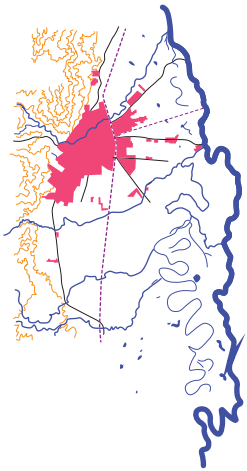
1780
6.450 Hab.



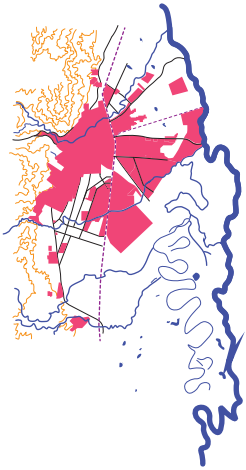
1885
25.757 Hab.



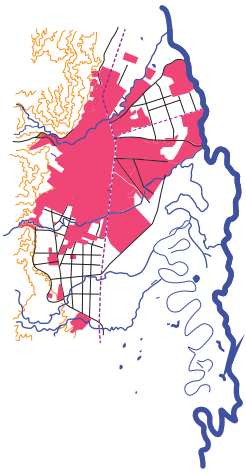
1921
55.000 Hab.



1952
284.186 Hab.



1960
627.925 Hab.



1968
789.929 Hab.

Plano 6. Planos de crecimiento de Cali con respecto al agua. Elaboración propia a partir del Atlas histórico de Cali.

3.2. CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA

La ciudad de Cali cuenta con una red hidrográfica de siete ríos: El Cauca, que es el único que atraviesa en sentido Norte-Sur y el río Cali, Aguacatal, Pance, Meléndez, Lili y Cañaveralejo que atraviesan la ciudad de Oeste a Este. En Cali se encuentran dos cuencas hidrográficas, la primera de ellas es la cuenca del río Cali, en la cual se basará la investigación y la segunda es la cuenca de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo.

Dentro de la cuenca del río Cali existen 5 diferentes sub cuencas o zonas de drenaje, dentro de las cuales está; la zona baja del río Cali, la zona media y la zona alta conformada por el río Felidia y el río Pichindé. Sin embargo, el área de investigación se limitará a la zona baja del río Cali que constituye la entrada del río al suelo de la ciudad. (Ver plano 8).

CLIMA Y METEOROLOGÍA

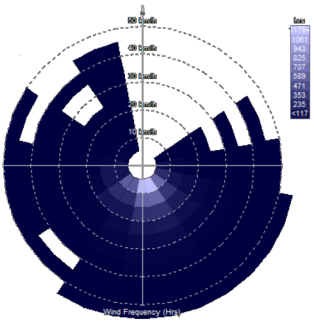
Colombia tiene una gran diversidad de climas, dentro de los cuales están: el clima tropical en el 61% del territorio, templado en el 30 %, seco en el 7% y polar en el 2% del país.

El clima tropical a su vez se divide en clima sub ecuatorial, sabana o tropical seco y ecuatorial o tropical húmedo. Este último se presenta principalmente en regiones de la Amazonía, el caribe y en el pacífico colombiano y justo en el pacífico es en donde está ubicada la ciudad de Santiago de Cali.

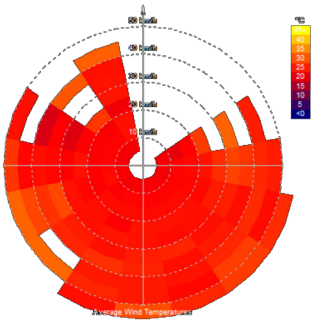
Por otro lado, es importante destacar que en Colombia no hay estaciones climatológicas, por el contrario, lo que se encuentra son temporadas de mayor lluvia y temporadas de menor lluvia, en consecuencia Cali tiene una gran cantidad de lluvia con una precipitación promedio en la zona urbana de: 1300 mm/año y 1000 mm/año en el norte de la ciudad, a diferencia de la parte montañosa que alcanza hasta 3290 mm/año. Se pueden clasificar 7 meses de lluvia: de marzo hasta mayo y de septiembre hasta diciembre y 5 meses de menor porcentaje de lluvias: de enero a febrero y de junio a agosto.

El municipio presenta unas temperaturas que varían desde los 22° hasta un máximo de 31° aproximadamente en la zona más llana y en las zonas más altas puede descender hasta los 10°. Con una humedad relativa mayor en mayo y noviembre y menor en enero-febrero y julio de entre 45% y 98% y con un promedio anual que oscila entre 77% y 83%.

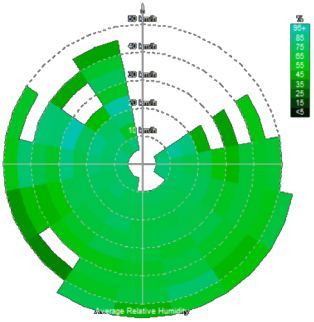
Los vientos predominantes vienen de la cordillera oriental (Los Farallones) hacia el este de la ciudad con mayor incidencia de 15:00 a 18:00 horas, alcanzando una velocidad de hasta 3 m/s y los segundos vientos con menor relevancia son los que se dan en sentido contrario de este a oeste a horas de la mañana desde el valle hasta la cordillera. (Ver ilustración 18).



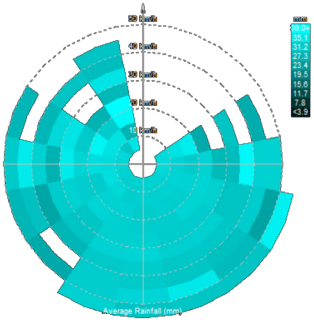
Frecuencia de vientos



Temperatura de los vientos



Humedad relativa



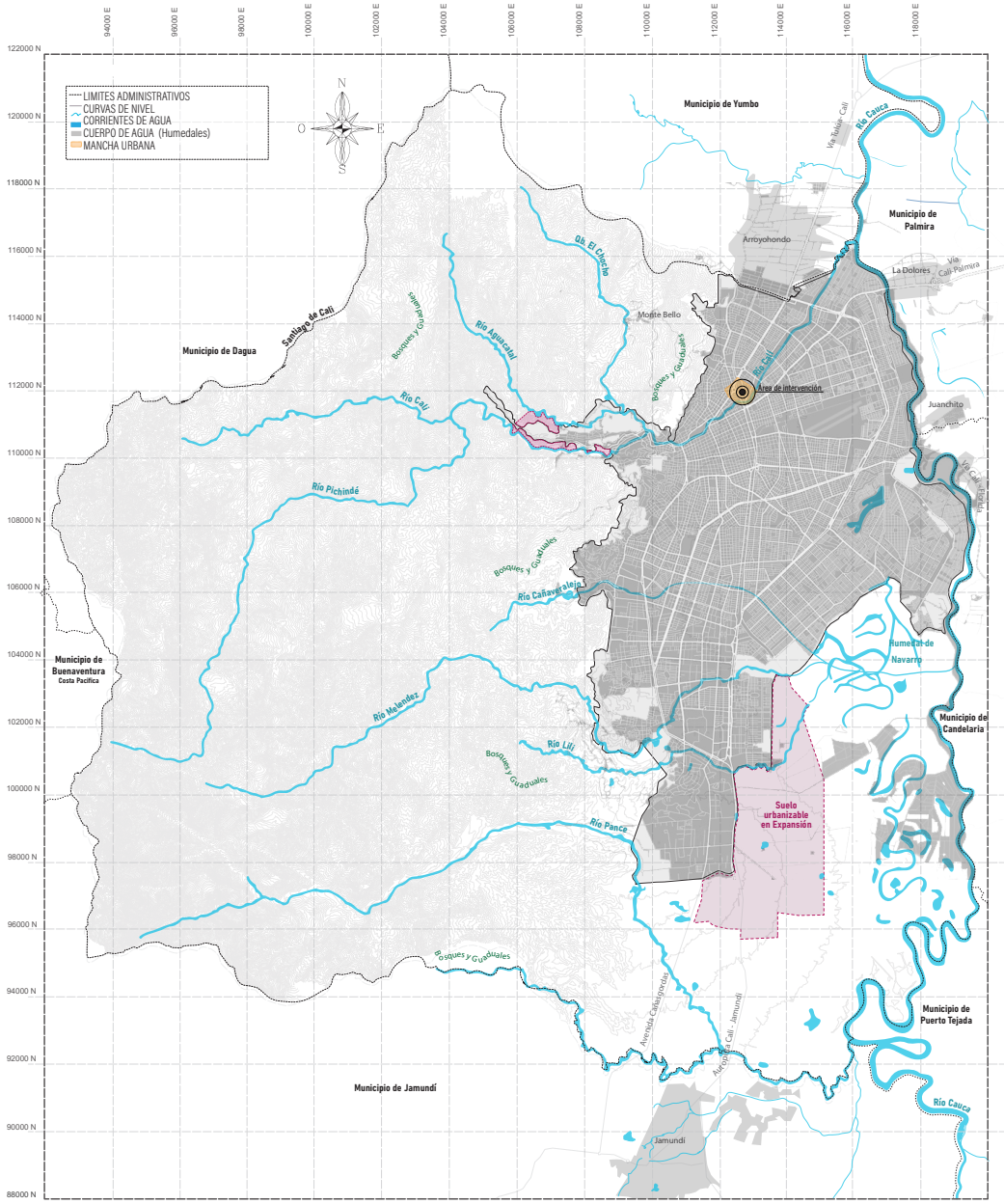
Precipitaciones

Ilustración 21: Gráficos del clima de Cali. Media anual. (Ecotec)

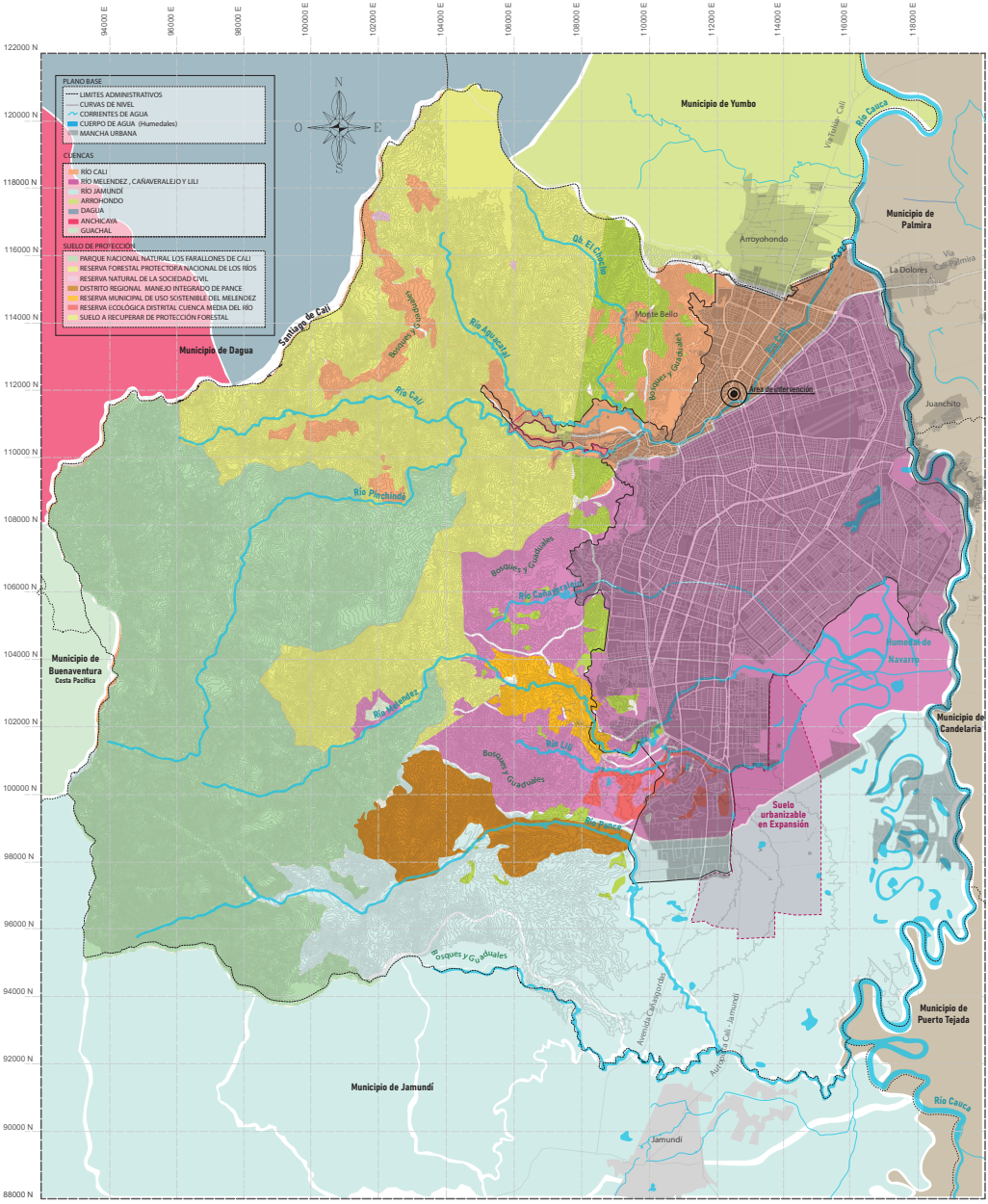
FLORA Y FAUNA

Colombia es el segundo país con mayor biodiversidad del mundo y Cali alberga una parte de esa riqueza biodiversa. Esta ciudad llega desde la planicie del río Cauca hasta la cordillera de los Andes que alcanzan más de 4000 m de altura, Cali está conformada en su totalidad por 53 % de zonas naturales constituidas por: bosques secos y húmedos, el parque nacional de Farallones (espacio natural protegido) y los páramos en la cordillera. Se reconoce a la ciudad como un municipio de aguas con paisajes acuáticos atravesado por 7 ríos y lleno de humedales.

Cali cuenta con 13 ecosistemas en las que se encuentran 600 especies avícolas. Dentro de la fauna y flora representativa de la zona urbana de Cali están más de 100 especies de aves, ardillas, zarigüeyas, guatines, tortugas, nutrias, mariposas; entre otras.



Plano 7. Plano de Cali. Elaboración propia a partir del Geovisor.



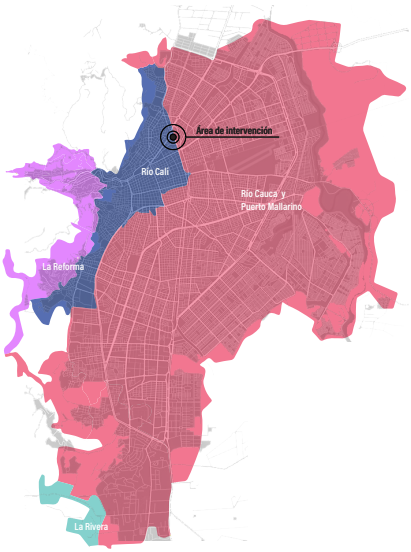
Plano 8. Plano de cuencas hidrográficas de Cali. Elaboración propia a partir del Geovisor.

3.3. SISTEMA INTEGRAL DE ABASTECIMIENTO

El municipio de Cali se abastece de agua potable de 4 de los siete ríos que pasan por sus tierras, el río Cauca es su principal fuente hídrica con un aporte del 80% del agua que se consume y los otros ríos de los cuales se obtiene agua potable son el río Cali, el río Meléndez y el río Pance. Aparte de la ciudad de Cali estas plantas también abastecen a municipios más pequeños que se encuentran junto a la ciudad, como lo son: Palmira, Yumbo y Candelaria. En consecuencia de esta alta demanda el sistema de abastecimiento se encuentra catalogado como al límite de su capacidad con una capacidad actual de 9.0 m3/s.

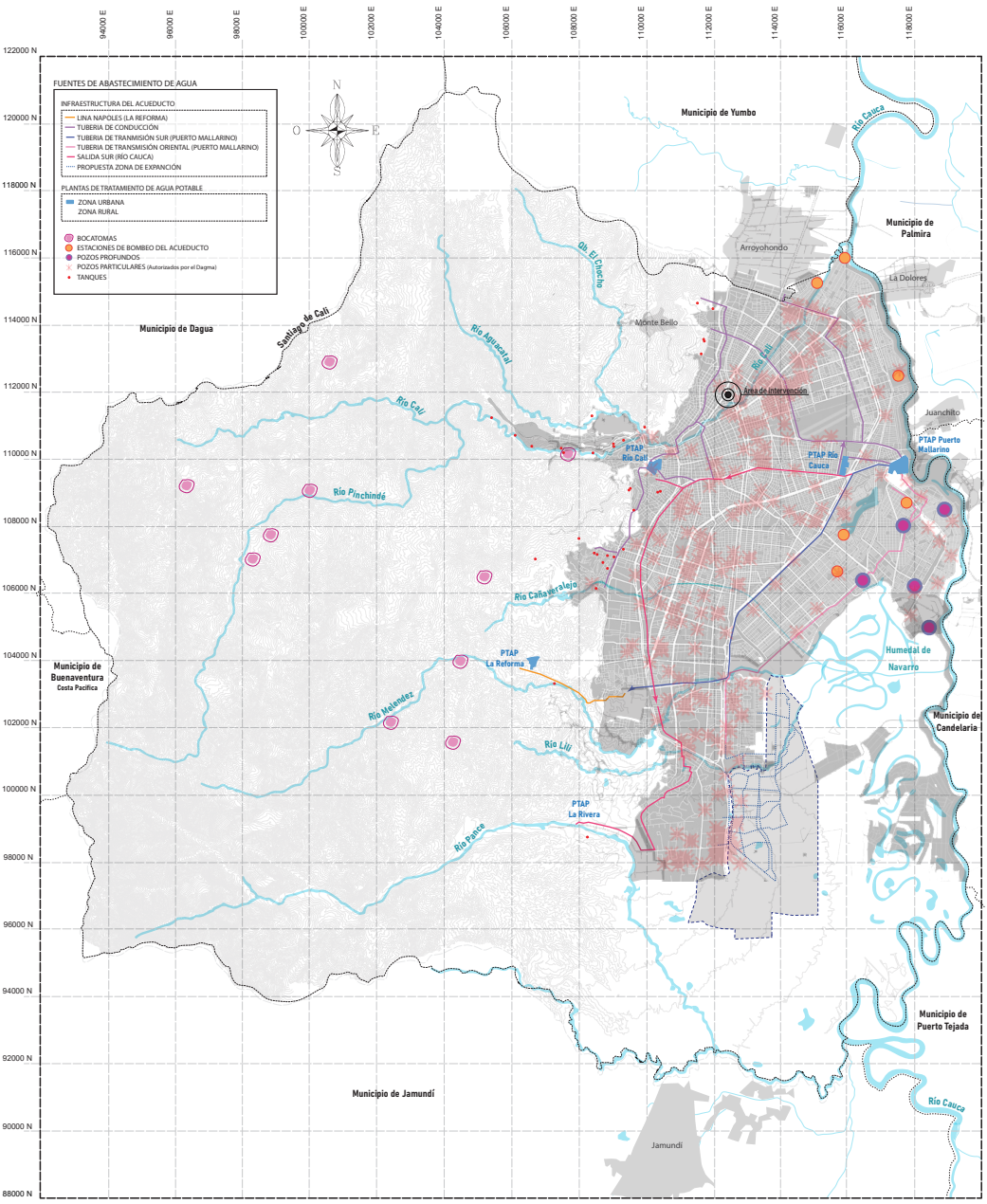
Actualmente existen 5 plantas de tratamiento de agua potable; la planta de Río Cali que se abastece del río Cali y tiene una capacidad de producción de 1,80 m3/s, surte de agua potable a 420.000 consumidores en la parte antigua de la ciudad. La Reforma: se abastece del Río Meléndez. Con un caudal de 1 m3/s y abastece a 120.000 usuarios en la zona de ladera de la ciudad. Río Cauca: se abastece del Río Cauca. Tiene una capacidad de 2,5 m3/s abastece al 20% de la ciudad y Puerto Mallarino: se abastece del Río Cauca y tiene un caudal de 6,6 m3/s abasteciendo la demanda de agua del 60% de la ciudad de cali y por último está la estación de la rivera que es la más pequeña de todas, se surte del río Pance y de 4 pozos. (Emcali, 2020).

Otro aspecto importante es que el sistema de abastecimiento tiene al menos 9 unidades de bombeo porque la mayoría de su sistema de distribución va en sentido contrario de las curvas de nivel. Como es el caso del río Cauca que se encuentra en la zona más baja de la ciudad y del cual sale el agua para dos de las plantas de potabilización que surten al 80% de la ciudad.



SECTORES HIDRÁULICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Plano 9: Sectores Hidráulicos de abastecimiento de agua potable para la ciudad. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali.

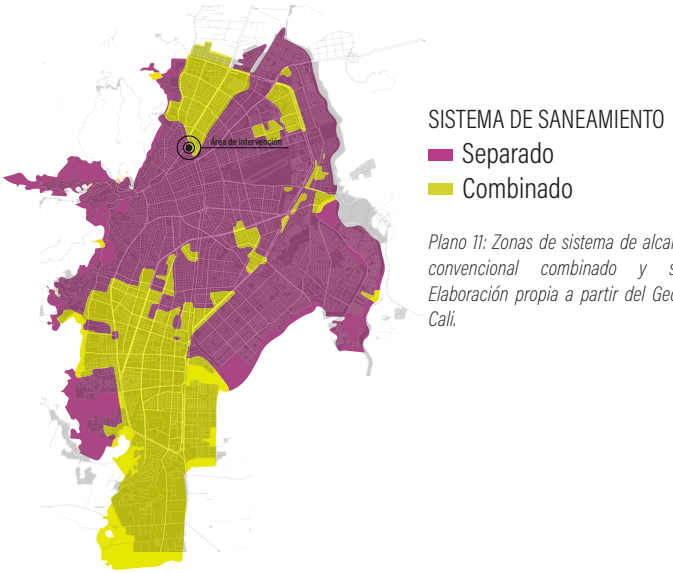


Plano 10. Plano de Cali, red de abastecimiento. Elaboración propia a partir del Geovisor.

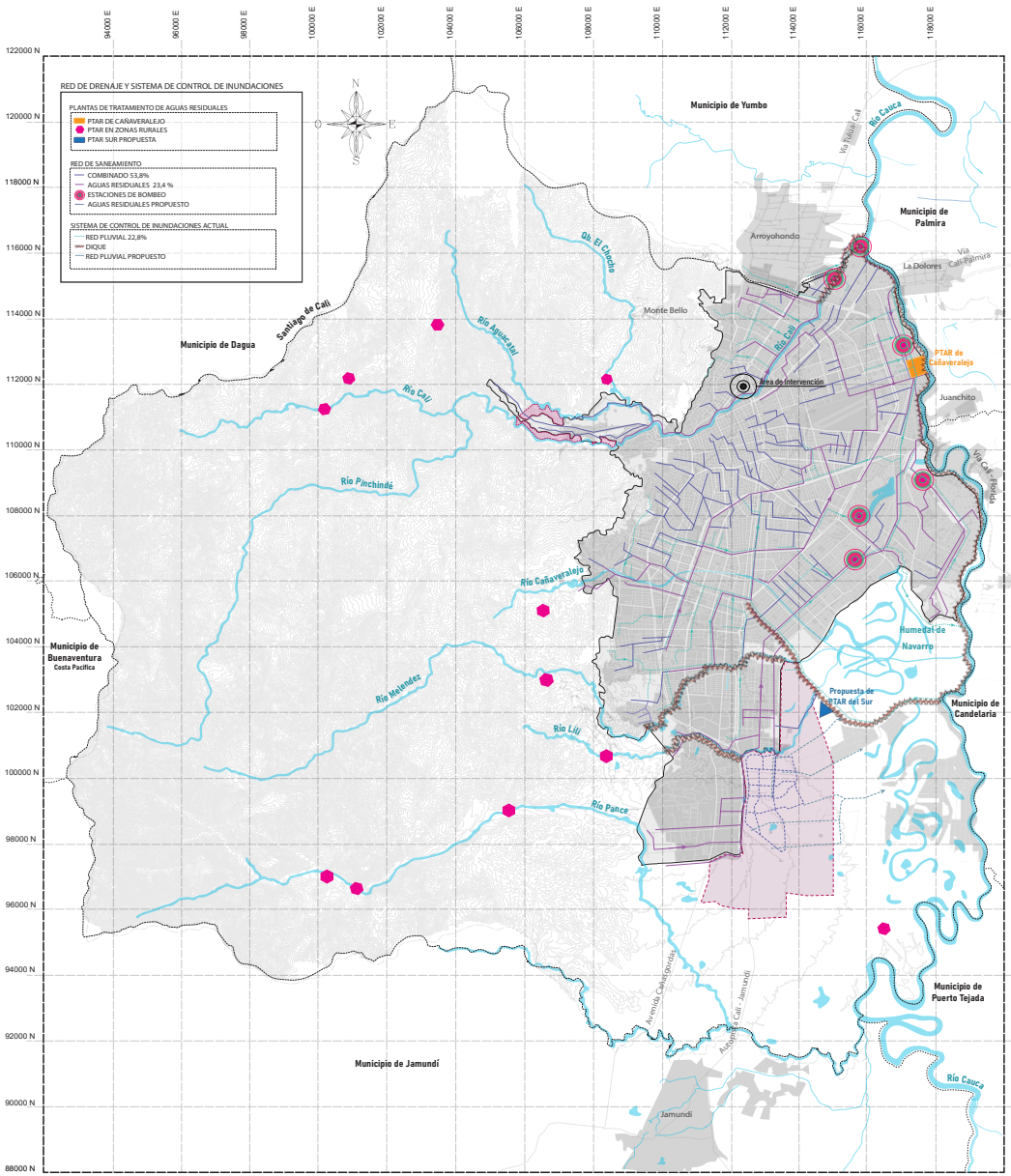
El sistema de alcantarillado de la ciudad es convencional, con un 53% del sistema de saneamiento combinado (Ver plano 11), lo que quiere decir que las aguas negras, grises y pluviales son recolectadas y transportadas por la misma tubería y el 47% restante es por alcantarillado separado, lo que quiere decir que las aguas pluviales van por separado a las aguas residuales(negras y grises). Sin embargo, las aguas lluvias del sistema separado se recogen a través de canales pluviales en su mayoría abiertos que llevan las aguas hasta los ríos para desembocar posteriormente al río Cauca, sin recibir ningún tipo de tratamiento. Por otro lado, las aguas mezcladas (negras, grises y pluviales) del sistema combinado de la ciudad terminan en la PTAR de Cañaveralejo que es la única planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el oriente de la ciudad, junto al río Cauca. La red de drenaje de la ciudad se divide en tres áreas: Noroeste, Este y Sur, todo el proceso de conducción de aguas servidas hasta la PTAR se hace por dos sistemas, uno que es a gravedad y el otro que es por bombeo llamado impulsiones.

Dentro de la PTAR se realiza todo el proceso de tratamiento de aguas residuales para su posterior devolución al río Cauca, teniendo en cuenta que actualmente solo le trata el 50% de las aguas residuales que van al río, por lo que el otro 50% (o hasta 65%) del agua cae en el río totalmente contaminada. Por otro lado, en esta estación de Cañaveralejo se obtienen bio sólidos para terrenos agrícolas como fertilizante y biogás para producir de manera autónoma energía eléctrica para la PTAR.

Plano 12. Plano de Cali, red de saneamiento. Elaboración propia a partir del Geovisor.



Plano 11: Zonas de sistema de alcantarillado convencional combinado y separado. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali.



Plano 12. Plano de Cali, red de saneamiento. Elaboración propia a partir del Geovisor.

3.4. CONTEXTO SOCIAL ACTUAL

ACTIVIDADES ECONÓMICAS PRINCIPALES DE LA CIUDAD

Las actividades económicas principales de Cali son, en primer lugar; la prestación de servicios, el sector industrial y en último lugar las actividades agropecuarias. En cuanto a la agricultura, la caña de azúcar es el cultivo principal en el departamento del valle y en la ciudad están las plantaciones más grandes del país. Pero esas tierras están monopolizadas y le pertenecen a un grupo selectivo de familias y grandes industrias que posteriormente compran la caña y realizan el proceso industrial de obtención del azúcar. Otros de los productos que se producen en la agricultura caleña es el algodón, la yuca, el café y el cacao.

En relación con el sector industrial, está el procesamiento de la caña de azúcar, industrias farmacéuticas, textiles, química y de plástico.

Por otro lado, en los años 30 el río Cauca era fuente de ingresos para algunas familias afro que se dedicaban a la pesca, pero con los años y los altos niveles de contaminación del río, dejaron de aparecer peces.

Otra de las realidades de la ciudad es que el 46% de la población que se encuentra trabajando está en situación de trabajo informal, de lo que se denomina coloquialmente como el "rebusque".

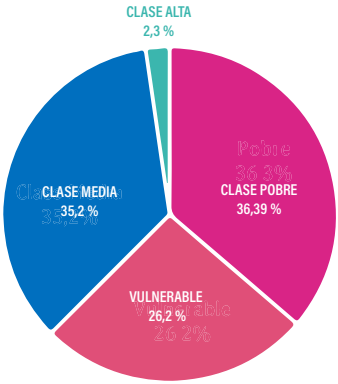
SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA

En la ciudad de Cali al igual que en todo el país existe una estratificación socioeconómica determinada en los años 80 que consiste en dividir la ciudad en estratos sociales; 1,2,3,4 y 5. (Ver plano 14). Con esta jerarquización se hace una clasificación de las viviendas o predios basándose en las condiciones de vida de las personas que la habita y el entorno. Por medio de esto se determina el costo de los servicios públicos, impuestos y ayudas del estado. Sin embargo, es un tema de controversia, porque el jerarquizar los barrios de esa forma ha intensificado los problemas de clasismo y desigualdad social.

Los estratos sociales han clasificado perfiles culturales, políticos y estéticos de una comunidad; lo cual ha complicado la cohesión social entre barrios de diferentes estratos y ha intensificado la formación de guetos. Actualmente, la ciudad tiene problemas de exclusión urbana, impulsada por aspectos étnicos, políticos y económicos.

El ingreso per cápita por personas en el hogar promedio mensual es $ 91.41 dólares y el 36% de la población se encuentra en estado de pobreza y el 13% de la población caleña está en situación de

pobreza extrema. No obstante, Cali se encuentra entre las ciudades con menor % de pobreza del país, frente a un panorama desalentador como es el caso de Quibdó, la ciudad con mayor índice de pobreza, con un 66,1% de la población en estado de pobreza.



Clasificación de las clases sociales del DANE de acuerdo al ingreso per capitá del hogar de una persona:

1. Pobres: ingreso inferior de $ 91.41 mensuales

2. Vulnerables: ingreso entre $ 91.41 y $ 167.42 mensuales

3. Clase media: ingreso entre $ 167.42 y $ 901.502 mensuales

4. Clase alta: ingreso mayor a $ 901.502 mensuales

Ilustración 22: Gráfica clasificación clases sociales en Cali. Elaboración propia a partir de Cali cómo vamos.

OTROS ASPECTOS

Al mismo tiempo, Cali se está enfrentando a situaciones sociales y de seguridad importantes como lo es al alto índice de delincuencia común relacionada con el hurto en las calles, el gran número de familias desplazadas que llegan a la ciudad como consecuencia del conflicto armado interno del país en zonas rurales, sumado a la ola de migrantes venezolanos que han llegado a las calles con un número actual de 11 mil familias, para un total de 28.915 personas venezolanas incluyendo niños y ancianos en situación de pobreza extrema. (El País, 2021).

POBLACIÓN CALEÑA

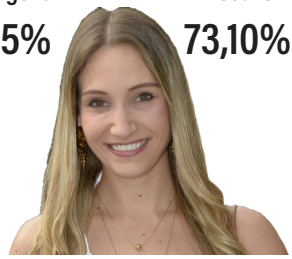
Afrodescendiente
26,4 %

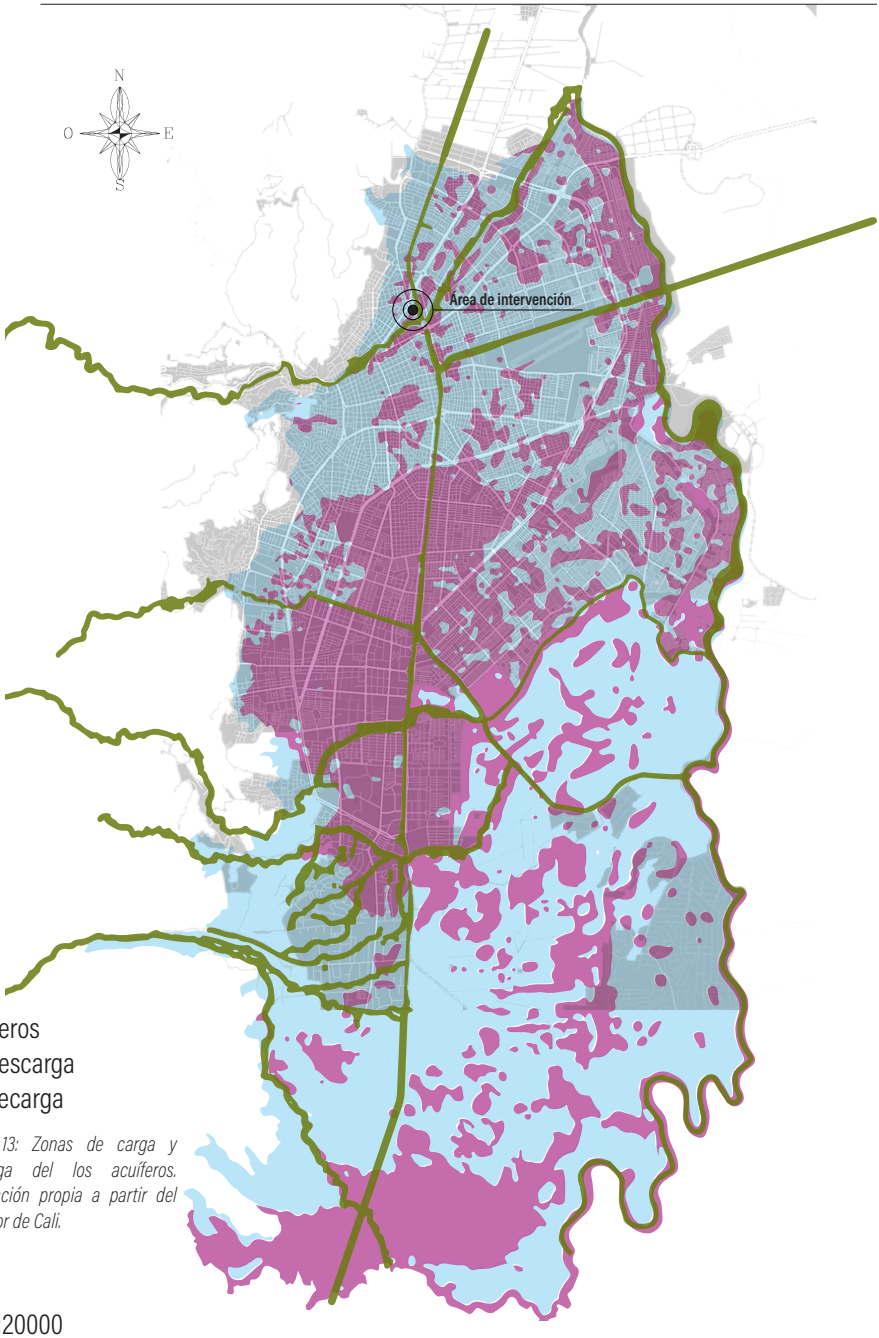




Indigena
0,5%

Mestizo
73,10%





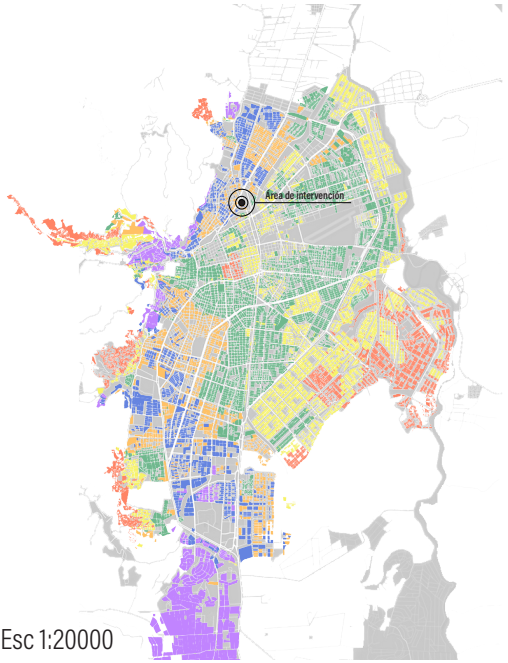
Plano 13: Zonas de carga y descarga del los acuíferos. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali.

Esc 1:20000

Estratificación social

Estratos:

1
2
3
4
5
6



Esc 1:20000

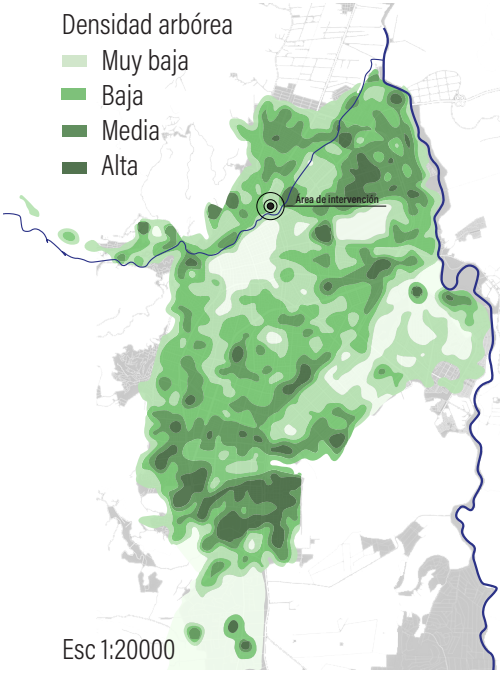
Plano 14: Estratificación social de los barrios del suelo urbano de la ciudad. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali.

Plano 15: Densidad arbórea en la ciudad. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali.

Plano 16: Barrios con mayor porcentaje de hurtos y homicidos. Elaboración propia a partir del Geovisor de Cali.

Densidad arbórea

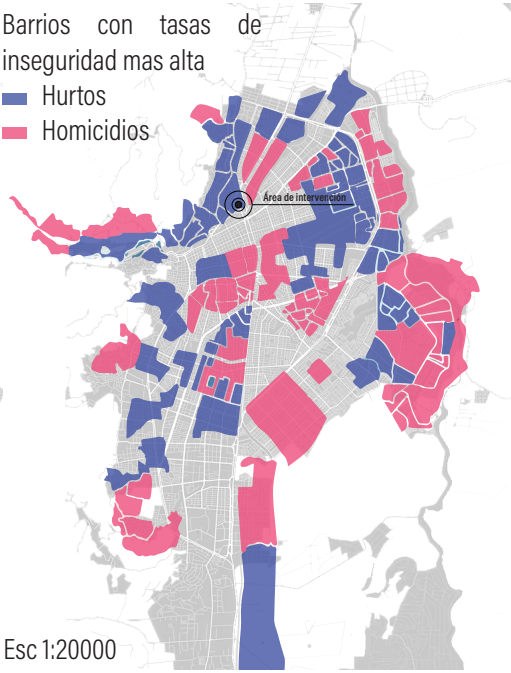
Muy baja
Baja
Media
Alta



Esc 1:20000

Barrios con tasas de inseguridad mas alta

Hurtos
Homicidios

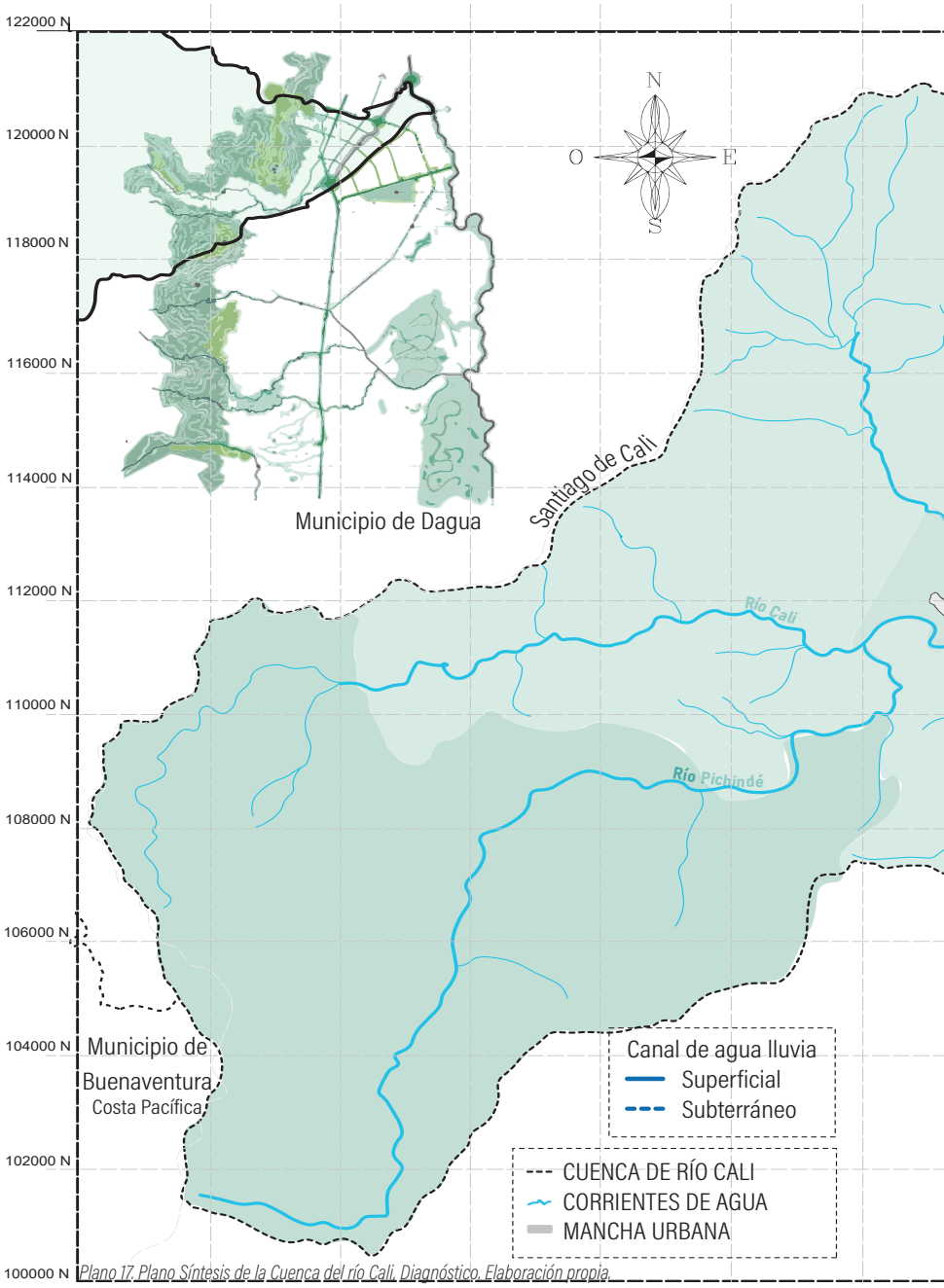


Esc 1:20000

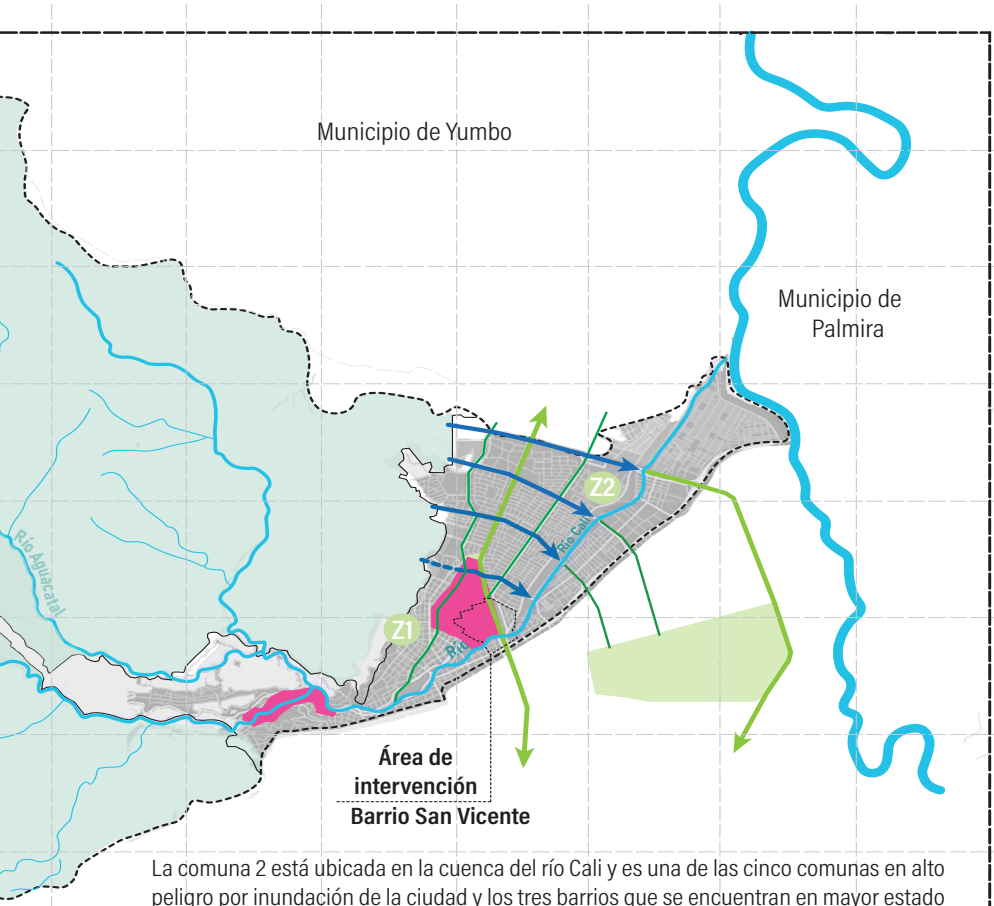
	DEBILIDAD	AMENAZA
Suministro de agua	**1.** En general toda la ciudad cuenta con dificultades en relación al suministro de agua potable, debido a los fuertes cambios climáticos surgidos por la crisis ambiental. **2.** Existe una alta demanda de agua que supera la oferta. **3.** Gran contaminación de los recursos hídricos.	**1**.Carecer en un futuro a mediano y largo plazo de fuentes hídricas aptas para la extracción de agua. **2.** Problemas de salubridad derivados a la falta de agua.
Fuentes hídricas superficiales	**1.** Alta contaminación de todos los cuerpos de agua por su paso en el suelo urbano a excepción del los ríos Pance y Lili. **2.** El río Cali sufre un aumento del porcentaje de contaminación a medida que atraviesa la ciudad, hasta llegar a una muy baja calidad. **3.** Deforestación y asentamientos informales en zonas de protección del río Cali.	**1.** Reducción del caudal del río Cali, hasta llegar a secarse. **2.** Impacto negativo en ecosistemas. **3.** Impacto negativo en el paisaje urbano de la ciudad. **4.** Problemas de salud, principalmente durante los eventos de altas precipitaciones que causen desbordamientos del río. **5**. Aumento en la baja calidad del agua como consecuencia de las velocidades del río que tienen una mayor probabilidad de arrastrar contaminantes y sedimentos.
Aguas pluviales y escorrentias	**1.**Desbordamiento de los canales de agua lluvia y peligro alto de inundación en la cuenca del río Cali. **2.** Asentamientos informales en áreas de protección del río Cali y construcciones en zonas propensas a inundaciones. **3.** Suelo arcilloso con tendencia a ser poco permeable. **4.** Obstrucción de canales debido al vertimiento de grandes cantidades de basura a los canales de agua lluvia. **5.** Déficit de prestación de servicios de la empresa encargada. **6.** Falta de limpieza de las calles. **7.** Barrios San Vicente, Santa Rita y Santa teresita de la cuenca del río Cali en peligro alto por inundación.	**1.** Aumento en el número de inundaciones en el sector y aumentos de los barrios en peligro. **2.** Pérdidas humanas, económicas y ambientales como consecuencia de las inundaciones. **3.** Excesiva impermeabilidad del suelo debido a los desarrollos urbanos y con ello el aumento de los flujos máximos.
Aguas residuales	**1.** Faltan sistemas de conexión a la red de saneamiento **2.** Solo existe una EDAR para toda la ciudad y además presenta continuamente problemas y actualmente funciona en un 50%. **3**. Descargas ilegales contaminantes. **4.** Sistema combinado, se mezclan las aguas pluviales y las aguas residuales.	**1.** Problemas de salubridad **2**. Aumento en la contaminación de los cuerpos de agua **3.** Degradación del medio natural **4.** Mayor probabilidad de colapso generalizado en todo el sistema de sanaemiento de la ciudad al haber una sola PTAR (EDAR). **5.** Cargas económicas adicionales debido al déficit de gestión de aguas urbanas

3.6. PARAMETRIZACIÓN DE NECESIDADES DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO CALI

FORTALEZA	OPORTUNIDAD
1. Riqueza de agua dulce en acuíferos. **2.** 7 ríos que atraviezan la ciudad	**1.**Tratamiento insitu de aguas residuales y pluviales para su reutilización. **2.** Reactivación económica a través de la creación de nuevas empresas locales que se encarguen de los tratamientos de aguas.
1. Todavía se está a tiempo para rescatar los rios. **2.** El río Cali presenta fauna hasta la mitad de su recorrido por la ciudad. **3.** El río Lili mejora si calidad al pasar por el suelo urbano de la ciudad. **4.** La Cuenca del río Cali es atravezada por dos corredores ambientales	**1.** Medidas de prevención en vez de medidas de corrección, como por ejemplo desarrollo de bajo impacto, diseño de espacios de infiltración y desarrollo de construcciones ecológicas. **2.** La planificación urbana como medio para regular los desarrollos urbanos con tendencias a ser escenarios de inundación. Para dar un mejor manejo a los suelos con problemas de impermeabilidad y retención de agua y llegar a prácticas integrales sobre el uso de suelos urbanos y políticas urbanas medioambientales. **3.** Tener en el desarrollo urbano una perspectiva de cuenca como prioridad. **4.** Incorporar las masas de agua al diseño del paisaje urbano con propósitos multifuncionales como la renaturalización urbana, fines recreativos, fuente de ingreso económico, restauración de fauna y prevención de inundaciones. **5.** Crear una gestión integral de agua urbana bajo un proceso flexible y
.....	**1.** Sistemas de drenaje urbano sostenibles que estén integrados al diseño urbano para mejorar la filtración y recarga del subsuelo (acuíferos), además de reducir la cantidad de escorrentías para mejorar la calidad de la cuenca del río Cali. **2.** Tratamiento de aguas pluviales localmente para su posterior reutilización
1. En la PTAR de Cañaveralejo existe un conocimiento previo sobre el aprovechamiento de los lodos derivados de las aguas residuales	**1.** Saneamiento in situ de aguas residuales a través de un Sistema descentralizado compuesto por pequeñas subestaciones EDAR que además ofrezcan nuevos puestos de trabajos locales. **2.** Talleres educativos sobre conciencia ambiental. **3.** Cursos de formación para el tratamiento de aguas residuales. **4.** Producción de biogas.



Plano 17. Plano Síntesis de la Cuenca del río Cali. Diagnóstico. Elaboración propia.



La comuna 2 está ubicada en la cuenca del río Cali y es una de las cinco comunas en alto peligro por inundación de la ciudad y los tres barrios que se encuentran en mayor estado de vulnerabilidad son el barrio San Vicente, Santa Teresita y Santa Rita.

Se observa que en la ZONA 2 existe actualmente un sistema de canales de agua lluvia que siguen las escorrentías naturales hasta el río Cali. Sin embargo, algunos de estos canales en temporadas de fuertes lluvias colapsan y se rebozan, inundando ciertas zonas del sector, lo que indica una carencia a un problema latente que no logró ser resulto. Por otro lado, está la ZONA 1 que carece completamente de alguna intervención para la solución a los problemas de inundación, siendo uno de los sectores en más alto peligro.

- Corredores verdes
- Ejes arbóreos
- Base aérea, gran zona verde
- Barrios con amenaza alta por inundación en la cuenca del río Cali (San Vicente, Santa Rita y Santa Teresita)

4. CASOS DE ESTUDIO

AGUA COMO ELEMENTO CATALIZADOR

PROYECTOS DE INTEGRACIÓN DEL PAISAJE URBANO Y EXPERIENCIAS QUE TRATAN EL AGUA COMO UN RECURSO SOCIAL Y UNA OPORTUNIDAD PRODUCTIVA

4.1. PREMISAS PARA LA SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

CRITERIOS DE ANÁLISIS Y OTROS DATOS DE INTERÉS

En cuanto a los parámetros que se tendrán en cuenta a la hora de la selección de casos de estudio, estarán condicionados por el análisis y diagnóstico realizado. Por lo tanto, se determina que la escogencia de los referentes deberán tener implícitos los siguientes requerimientos, como resultado del DAFO realizado del ámbito de trabajo ubicado en la cuenca del río Cali.

1. Se analizarán referentes que estén en una escala de barrio.

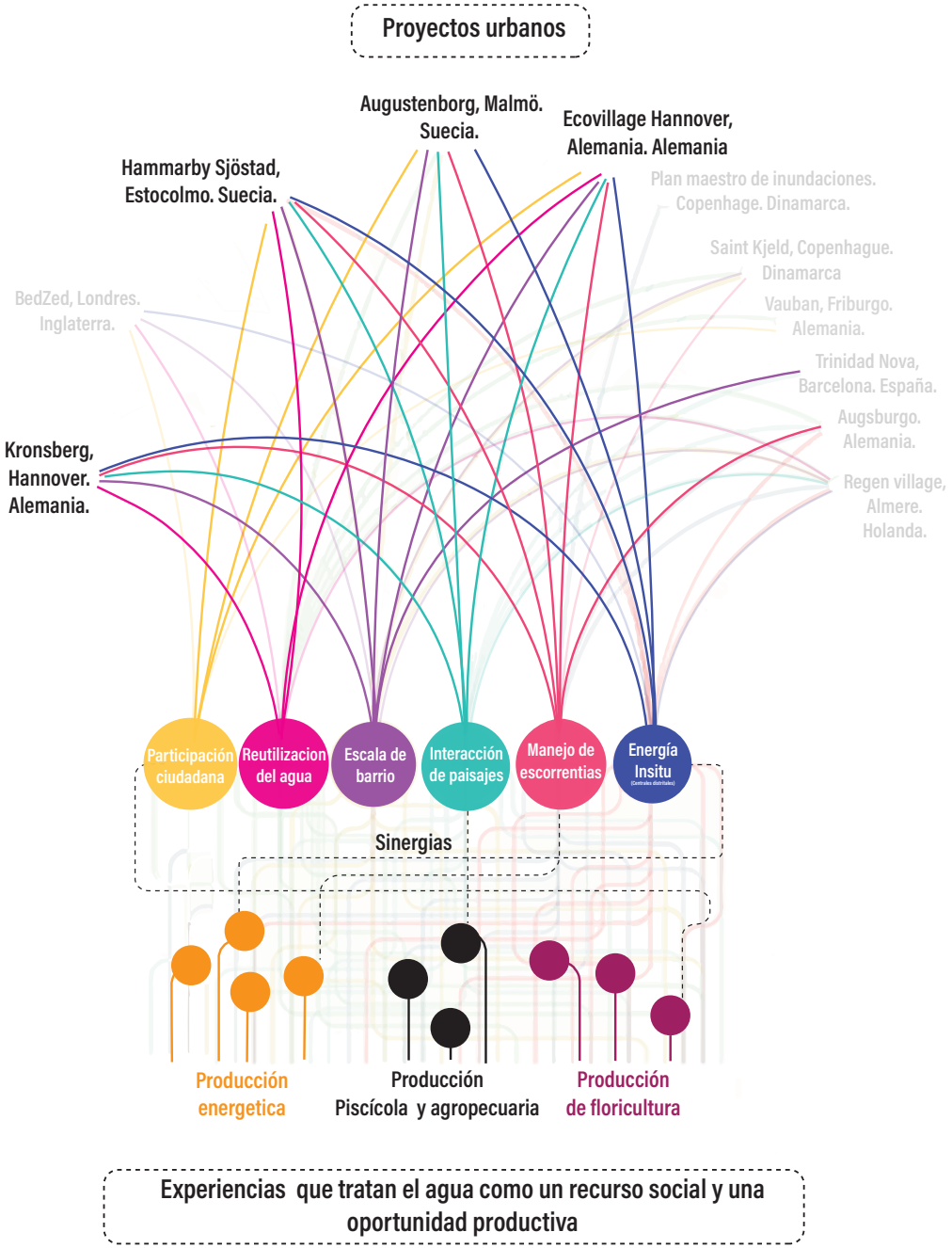
2. Los proyectos seleccionados deberán integrar la planificación de paisajes adaptados a la crisis climática y al lugar, al diseño del agua y de las infraestructuras verdes. Teniendo como objetivo el agua como elemento de diseño.

3. Se tendrán en cuenta Eco barrios que hayan solucionado problemas de inundaciones, relacionados con el sistema de drenaje y escorrentías. Además, de haber realizado una solución para este problema basada en la regeneración urbana, a través de la colaboración interdisciplinar integrada. Priorizando los barrios que apliquen sistemas de drenaje, escorrentía, canalización y captación de aguas pluviales que apueste por el ciclo integral del agua.

4. Los barrios deberán tener un proceso de participación ciudadana considerable en el desarrollo de la planificación urbana, además de cooperativas vecinales y capital social. Se priorizará por aquellos barrios que hayan tenido una trasformación social y económica relevante.

5. Se valorará positivamente los proyectos autosuficientes que practiquen la economía circular y que dentro del aprovechamiento del agua se produzca energía renovable.

6. Además, se buscarán experiencias urbanas en zonas vulnerables, en las que se hayan formado comunidades, cooperativas o asociaciones que traten el agua como una oportunidad productiva; social, económica y ambientalmente. Estas comunidades deberán ser actuales y un referente de resiliencia.


Proyectos urbanos
Augustenborg, Malmö. Suecia.
Ecovillage Hannover, Alemania. Alemania
Hammarby Sjöstad, Estocolmo. Suecia.
Plan maestro de inundaciones. Copenhage. Dinamarca.
Saint Kjeld, Copenhague. Dinamarca
BedZed, Londres. Inglaterra.
Vauban, Friburgo. Alemania.
Trinidad Nova, Barcelona. España.
Kronsberg, Hannover. Alemania.
Augsburgo. Alemania.
Regen village, Almere. Holanda.
Participación ciudadana
Reutilizacion del agua
Escala de barrio
Interacción de paisajes
Manejo de escorrentias
Energía Insitu
(Centrales distritales)
Sinergias
Producción energetica
Producción Piscícola y agropecuaria
Producción de floricultura
Experiencias que tratan el agua como un recurso social y una oportunidad productiva

CASO DE ESTUDIO 1

KRONSBERG

HANNOVER, ALEMANIA



Ilustración 23: Barrio de Kronsberg. Elaboración propia a partir de una fotografía de la tysmagazine.



Plano 18. Plano síntesis del sistema abierto de gestión de agua superficial de Kronsberg. Elaboración propia a partir del brochure de Kronsberg.

BARRIO KRONSBERG, EN LA CIUDAD DE HANNOVER, ALEMANIA

El barrio Kronsberg nace como resultado de la exposición mundial "Plan Hannover 2000" realizada en la ciudad de Hannover, que se inspiraba en el lema "Hombre- Naturaleza- Tecnología". Para este proyecto uno de los conceptos claves era el AGUA, que dio paso a la presentación del proyecto "Ecological optimization Kronsberg" y presentó al barrio de 140 hectáreas para albergar hasta 12.000 residentes aproximadamente como parte del programa "Ciudad y región como exhibición" que buscaba solucionar problemas de inundaciones que presentaban los habitantes del barrio en calles y sótanos a partir de un concepto innovador de aguas pluviales y soluciones tecnologías de drenajes y enfoques hidrológicos urbanos sostenibles que garantizarán la recarga de aguas subterráneas.

RETENER PARA FILTRAR

La gestión integral de agua en el barrio de Kronsberg se basa en el objetivo de lograr un sistema respetuoso con el medio ambiente y reducir el impacto ambiental, conservando y ampliando las fuentes de drenaje natural para evitar las complicaciones por inundaciones y conservar el agua subterránea teniendo en cuenta la poca permeabilidad del suelo.

Por lo tanto, se inicia desde la idea de generar un sistema de control de aguas pluviales descentralizado y semi descentralizado que en la mayor medida posible retiene e infiltra las aguas lluvias insitu con sistemas subterráneos y superficiales en parcelas públicas y privadas haciendo una descarga regulada del agua y un drenaje paulatino lo cual ralentiza y evita la saturación de los suelos, de tal forma que proporciona un mejor manejo de las aguas pluviales cuando hay fuertes precipitaciones además de un sistema bajo rasante. Por otra parte, todas las aguas de lluvia que no logren ser filtradas naturalmente en el lugar se llevan a los 9 estanques en superficie que han sido diseñados previamente en todo el barrio para la retención y filtración de aguas pluviales. Estos embalses de agua forman parte del diseño urbano y recreativo de niños, adultos y animales de la zona.

Para lograr esto, el distrito llevo a cabo los siguientes proyectos:

1. Sistema o patente Mulden – Rigolen
2. Canal de drenaje regulado
3. Áreas de retención de agua lluvia insitu
4. Depósitos de aguas lluvias
5. Calles arboladas y zonas verdes

AGUA COMO ELEMENTO DE DISEÑO

Como se mencionaba anteriormente en el barrio de Kronsberg se tomó el agua como una pieza de diseño clave para la proyección del espacio público e incluso privado, la idea era invitar a experimentar con el agua y crear una identidad local, por lo tanto, se ha visto en los sistemas de aguas superficiales una oportunidad para crear lugares de recreación alrededor del agua y nuevos biotopos de pequeña escala que proporcionan un microclima más agradable, controlando la temperatura cuando hace calor, la poca humedad y reduciendo la formación de polvo. Los juegos de agua, lagos, estanques y parques son algunos ejemplos de espacios resilientes de retención de aguas superficiales con drenaje progresivo natural y catalizadores de actividad.

Uno de los aspectos condicionantes del proyecto era conservar el balance hídrico de permeabilidad del suelo hasta después de la construcción total del barrio, y garantizar que los futuros inversionistas o constructores estuvieran obligados a construir bajo el concepto de diseño de agua. Con esto se buscaba que, cumplieran con una serie de estipulaciones en el acuerdo de compra de parcelas como la ley de conservación de la naturaleza que requiera que los propietarios colocasen pavimentación permeable, césped sobre espacios no construidos y techos verdes para cubiertas con una pendiente mayor a 20 °; entre otras.

En krosnberg se realiza un sistema de gestión de agua descentralizado, el riego y captación de aguas pluviales se realiza en la misma zona en la que llueve y se retrasa en la mayor medida la descarga de las aguas al subsuelo.

Por lo tanto, para el sistema de saneamiento de aguas pluviales de las superficies que no son permeables, las aguas deben de conducirse hasta el sistema de mulden-rigolen para filtrarse allí o un espacio de retención de agua superficial y drenarse en ese lugar, si por el contrario el suelo está muy saturado y no puede filtrarse de forma natural se desviará al sistema de red pública como última instancia. Con esto se genera una gestión descentralizada del agua lluvia y se libera de carga a la red pública de aguas pluviales.



Ilustración 24: Estanque de retención en patio residencial. (Gary J. Coates, 2009)



Ilustración 25: Calle Norte-Sur con el Sistema de Canal Biológico Mulden-Rigolen. *(DREISEITL consulting, 2002)*

OBJETO DE ARTE ACUÁTICO

Una de las intervenciones urbanas más interesantes y sensibles es la del Quartierpark Nord en la que se diseña a partir del agua de una forma diferente, para crear una experiencia sensorial, pero más que todo una experiencia auditiva centrándose en los efectos sonoros del agua; cuando se mueve, cae o fluye.

El agua de lluvia circula superficialmente a través de una junta vegetal de tierra y grava alrededor del parque, en estas franjas el agua se filtra y llega a unos estanques inferiores que tienen un sistema de apertura de sonido "Pozos de sonido" que al gotear el agua aplican el sonido y crean toda una experiencia

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

El barrio de kronsberg se abastece en mayor medida de energía solar fotovoltaica y térmica y en menor proporción de energía eólica. Los paneles solares estaban propuestos e instalados en los edificios de mayor escala, como la escuela primaria, el centro comunal y la central de producción energética, entre otras, y las turbinas de energía solar se ubicaron en suelo rural en orientación al este.

Este distrito fue el primero en implementar medidas para viviendas de nueva construcción de bajo consumo energético obligatorio y para la gestión y suministro de energía y calefacción a viviendas se construyeron dos centrales de producción energética en el barrio, de cogeneración. Estas dos plantas son de alta eficiencia energética al aprovechar la energía mecánica y el calor residual para transformarlo en energía térmica en el proceso de generación de energía eléctrica. Por ende, la energía obtenida se lleva a la red eléctrica pública del barrio y la calefacción se distribuye en función de la demanda de calor, cubriendo totalmente la demanda de electricidad y calor.

Por otro lado, también en la contribución al bajo consumo de energía se tomaron iniciativas en la construcción de viviendas con estrategias bioclimáticas pasivas y complejos residenciales son sistemas de "zonas compartidas de microclima".



Ilustración 26: Boulevard con drenaje sostenible diseñado por Herbert Dreiseitl. (*Gary J. Coates, 2009)*



Ilustración 27: Canaleta con ampliación de sonido (*Informe expo 2000)*

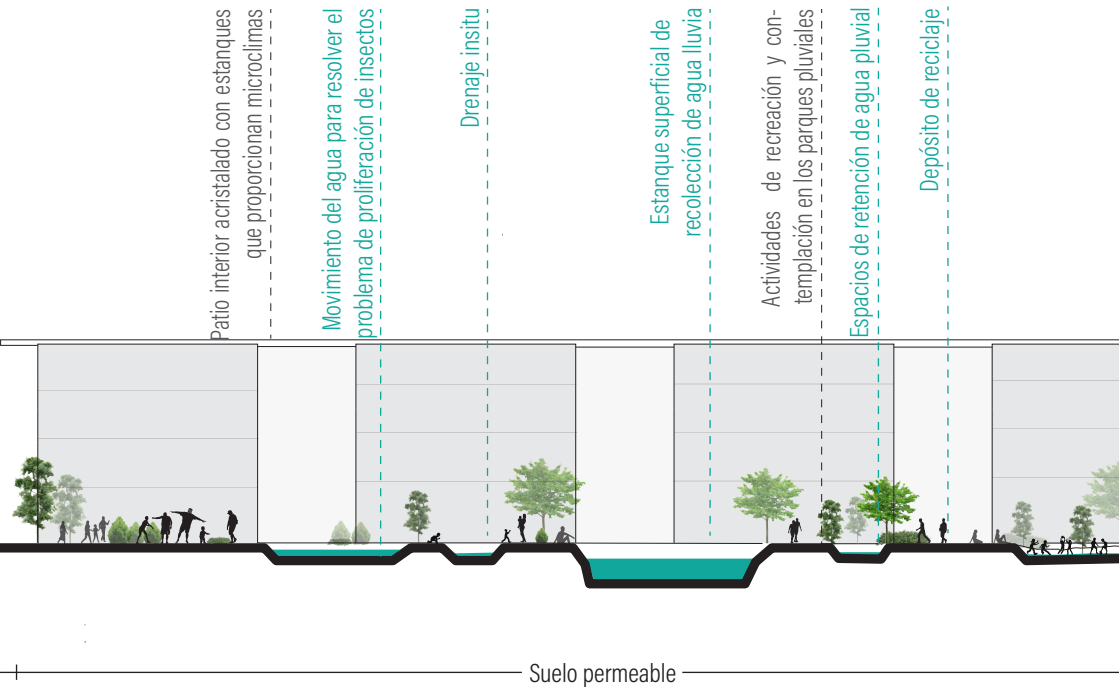


Ilustración 28: Patio con vistas al este. (*Gary J. Coates, 2009)*



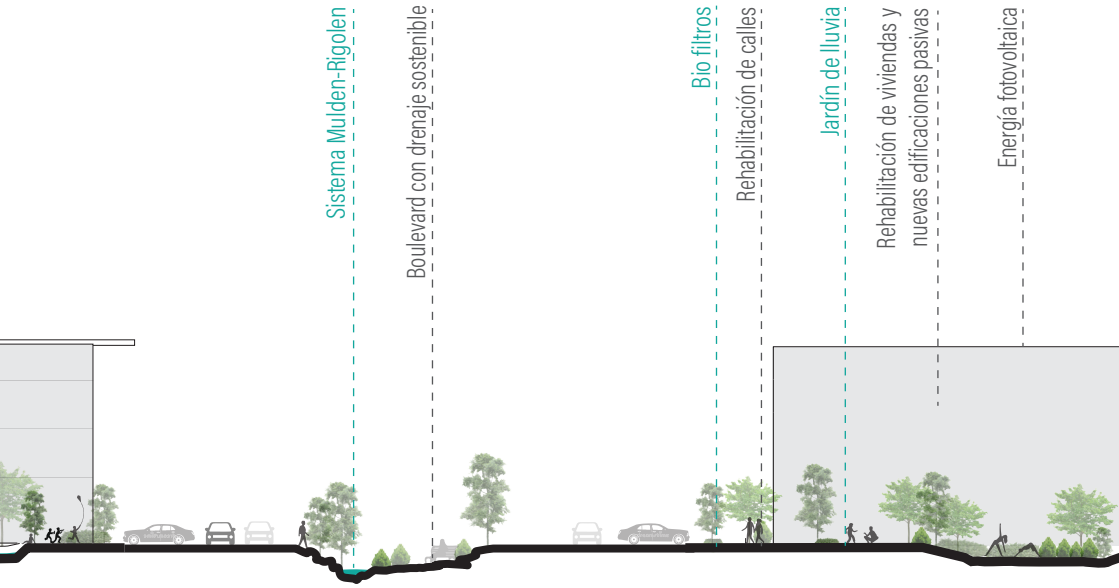
Ilustración 29: Drenaje urbano y paneles solares fotovoltaicos. (*Gary J. Coates, 2009)*

SECCIÓN POR LA CALLE WEINKAMPSWENDE EN RELACIÓN AL DISEÑO DEL PAISAJE URBANO DEL BARRIO DE KRONSBERG CON LA GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES



Plano 19. Sección transversal del interior de una manzana tipo y de la calle con el sistema Mulden- Rigolen. Elaboración propia.

SUROESTE

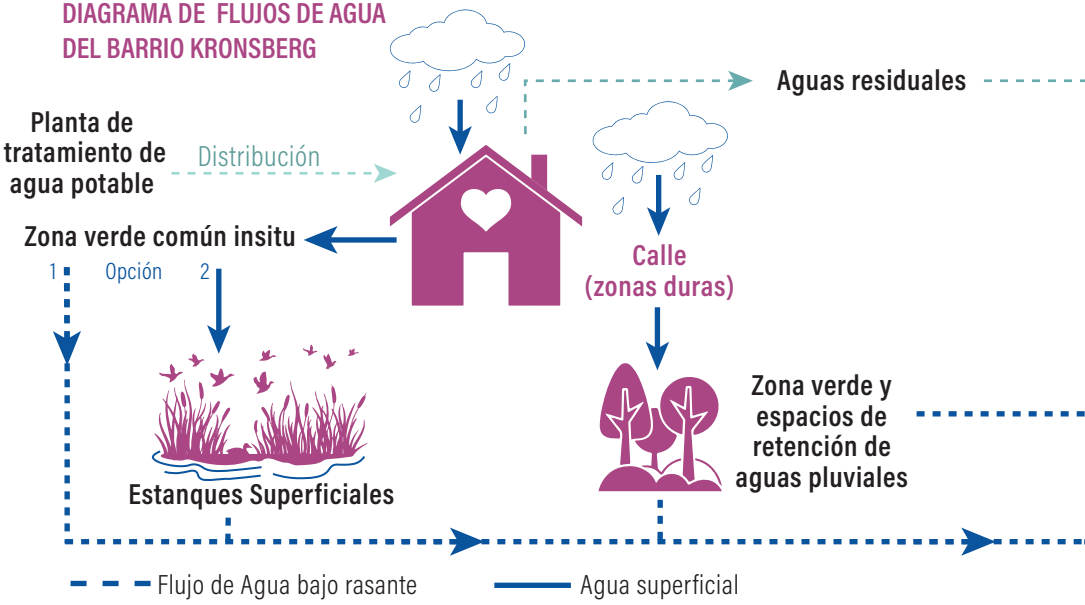


Esc: 1/175

Asfalto | Suelo permeable | Asfalto | Suelo permeable

NORESTE

DIAGRAMA DE FLUJOS DE AGUA DEL BARRIO KRONSBERG



DATOS GENERALES

14.000 Habitantes aprox.

140 Ha.

Entre el 50% y 65% del suelo es verde

Suelo arcilloso calcáreo (poco permeable)

PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

H2 VERDE

DATOS CLIMÁTICOS

Clima: oceánico
Altitud: 10.7 m
Temperaturas min. : 1 °C
Temperatura max. : 23°C
Precipitación min. : 51 mm
Precipitación max. : 82 mm
Humedad % max. : 83 %
Humedad % min. : 68 %
Promedio de días con lluvia en el mes : 9 días

NOTA : A pesar de la diferencia meteorológica y geográfica de los países del norte en comparación a Latinoamérica, se ha tomado como caso de estudio el barrio de Kronsberg debido a su interés en el diseño de paisaje urbano sensible con las aguas pluviales, consiguiendo beneficios ambientales de preservación y restauración ecológica e hidrológica de sus cuerpos de agua superficial y beneficios sociales, dotando al barrio de espacios recreativos que ofrecen nuevos microclimas entorno al agua

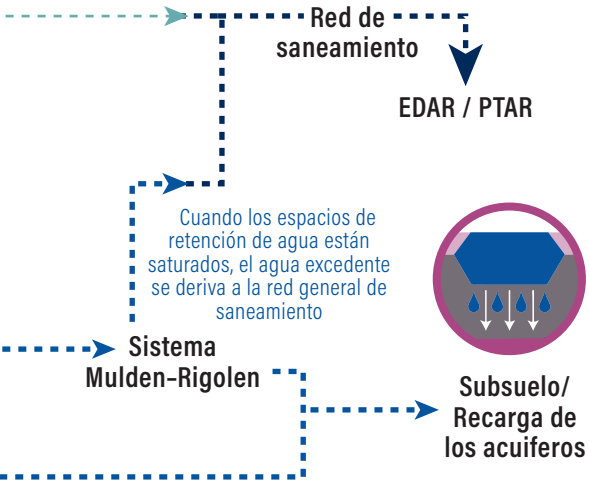


Ilustración 30. Diagrama de flujos de agua del barrio Kronsberg. Elaboración propia.

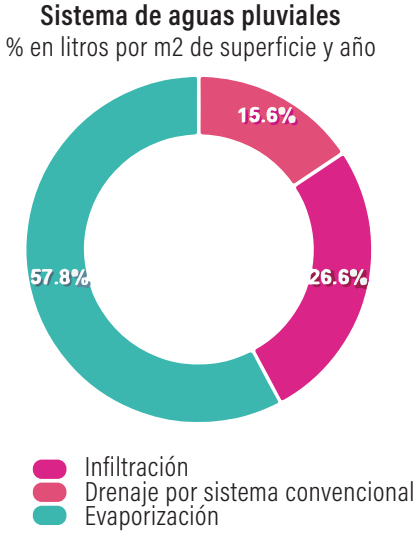


Ilustración 31. Gráfico de porcentajes. Elaboración propia a partir de ecovillage hannover.

CALIFICACIÓN

- Sistemas de reultilización del agua
- Rehabilitación en el diseño urbano
- Resiliencia climática
- Transformación social
- Impacto económico positivo
- Solución a los problemas de inundabilidad
- Energías renovables obtenidas del agua
- Restauración ecológica y balance hídrico
- Rehabilitación de viviendas

Kronsberg fue una operación de planificación urbana y formó parte de un proceso de extensión de la ciudad en el que se vio una oportunidad para ampliar el enfoque estándar del diseño y la gestión de aguas pluviales. Pasó de ser un problema que debía resolverse a una oportunidad de diseño que debía aprovecharse. Por lo tanto, se tomó la decisión de hacer superficial las aguas pluviales, para que formaran parte del paisaje urbano y permitir que se filtraran lentamente en el lugar, creando paisajes y escenarios continuamente cambiantes y resilientes.

Además, se desarrolló un nuevo urbanismo azul y para esto Kronsberg se convirtió en un barrio jardín con parques de suelo blando en medio de todas las parcelas, con la intención de crear una cadena de biotopos, con humedales y vegetación autóctona.

Con esta **regeneración en el diseño del paisaje urbano logró solucionar los problemas de inundabilidad y proteger las aguas subterráneas...**

CASO DE ESTUDIO 2

ECOBARRIO AUGUSTENBORG

MALMÖ, SUECIA



Ilustración 32: Barrio de Augustenborg. Elaboración propia a partir de una fotografía de Urban green blue grids.



Plano 20. Plano síntesis del sistema abierto de gestión de agua superficial de Augustenborg. Elaboración propia a partir del visor.

ECOBARRIO AUGUSTENBORG EN LA CIUDAD DE MALMÖ, SUECIA

Este barrio de 32 hectáreas fue uno de los primeros barrios de vivienda social en Malmö, construido y entregado a principios de la década de los 50 y tuvo un buen inicio, además de contar con una central de calefacción que funcionaba a base de carbón.

Sin embargo, a lo largo de los años empezó a sufrir grandes deterioros sociales, económicos y problemas ecológicos de inundaciones en los sótanos y garajes. Estos problemas surgieron debido al aumento de las fuertes precipitaciones y antiguos sistemas de drenaje que no podían hacerle frente al aumento de los niveles de agua, sumado al tipo de suelo arcilloso y a las grandes superficies impermeables que se habían construido. Llegando a ser Augustenborg identificado como uno de los barrios más vulnerables, con mayor tasa de desempleo y menor nivel adquisitivo de Suecia, en total decadencia. Muchas de las personas empezaron a abandonar las viviendas en mal estado de conservación con problemas de humedad y mal aislamiento. Además de los problemas de salud que estaban presentando los residentes debido a la desviación en temporada de inundaciones de las aguas negras a los cuerpos de agua.

DE BARRIO PROBLEMÁTICO A BARRIO ECOLÓGICO

De tal forma que en 1998 se inicia un proyecto de regeneración urbana ecológica inclusiva llamada Eco-city Ausgusteborg que trataba como concepto principal la adaptación al cambio climático para resolver los problemas relacionados con la alta inundabilidad que sufría el barrio. Como, mejoras medioambientales que incorporaban la reducción de co2, la gestión de residuos, movilidad sostenible, eficiencia y producción energética y programas sociales. Todas estas propuestas fueron bien recibidas por la comunidad al ser vistas como una oportunidad de generación de nuevos puestos de trabajo en el barrio.

El proyecto eco-city Augustenborg se realizó conjuntamente entre varios actores privados y públicos, la ciudad de Malmö y la participación ciudadana de Augustebnberg; a través de talleres comunitarios, organizaciones, eventos informativos, sociales y culturales, charlas, organizaciones, etc. Y contó con un financiamiento con fondos locales e internacionales europeos.

Finalmente, el barrio fue ganador en 2010 del premio mundial del hábitat por la ONU por ser un caso de resiliencia climática innovadora, gestión del agua y transformación social exitosa.

SISTEMA ABIERTO DE AGUAS PLUVIALES

DE LOS TECHOS VERDES A LA RED DE CANALES Y FINALMENTEA A LOS ESTANQUES DE TORMENTA

Para solucionar el problema de inundaciones se construyó un sistema integral de drenaje mediante cubiertas verdes que recogen el agua lluvia, drenándola paulatinamente y redirigiéndola hacia los bajantes que conducen a un sistema de red de 6 km de canales de aguas abiertas que recorren todo el barrio hasta los estanques, lo que se procura hacer es gestionar y retardar el agua para evitar posibles inundaciones, recogiendo el 90% de escorrentías y reduciendo el volumen de agua que va a la red de alcantarillado significativamente por lo cual la red de saneamiento básicamente recibe solamente aguas residuales.

Todas las aguas pluviales de cubiertas y zonas duras se canalizan hasta el sistema de aguas abiertas conformado por acequias que terminan en humedales y estanques que recolectan y limpian el agua y crean espacios de recreación, atractores urbanos y nuevos microescosistemas. Estas aguas lluvias se reutilizan y solamente se conduce el excedente de agua que no se puede retener al sistema de saneamiento de aguas pluviales público.

Unos ejemplos de éxito del sistema abierto de aguas lluvia fue en el verano de 2007 en que la ciudad de Malmö sufrió una fuerte precipitación y gran parte de las carreteras sufrieron de inundaciones, pero Augustenborg no tuvo ningún tipo de afección. Otro caso fue 2014 cuando Malmö sufrió fuertes lluvias con una precipitación de 100 mm en 6 horas y el ecobarrio de Augustenborg no sufrió ningún tipo de inundación ni daños causado por aguas pluviales.

TECHOS VERDES

La incorporación de 2100 m2 de cubiertas verdes en edificios del barrio y 10000 m2 en la azotea del complejo industrial, el cual fue inaugurado en 2001 un jardín botánico, han contribuido a contrarrestar el efecto de inundación de manera sostenible y eficiente, recolectando y filtrando las aguas lluvias a través de musgos en los techos para ser conducida posteriormente al sistema de aguas abiertas. Los techos verdes han contribuido a mejorar el aislamiento térmico de los edificios y a aumentar la biodiversidad urbana, siendo lugar de recepción de aves y otras especies y así mismo proporcionando una imagen paisajística en conjunto más agradable del barrio junto al aumento del 50% de áreas verdes.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES: Energía solar, eólica, biogas

Augustenborg cuenta con un aporte del 80% de energía eléctrica renovable y 85% de energía térmica para calefacción del barrio, con 450 m2 de paneles solares térmicos y fotovoltaicos instalados en edificios de propiedad privada y en una escuela que contribuyen para la calefacción del agua del barrio además de la instalación de una turbina eólica en el colegio del barrio.

Por otro lado, es importante destacar que en la ciudad de Malmö se ha utilizado durante varios

años el biogás como herramienta para la producción de energía eléctrica y térmica y Augustenborg fue unos de los primeros barrios e implicarse ya que fue seleccionada como barrio piloto para el proceso de separación de desechos orgánicos para la producción de compostaje y de biogás con el fin de contribuir a la calefacción del barrio y alimentar los buses de trasporte público de la ciudad.



Ilustración 33: Estanques de retención de agua temporal. *(Tor Fossum)*



Ilustración 34: Canal y Estanque ajardinado ornamental. *(Tor Fossum)*

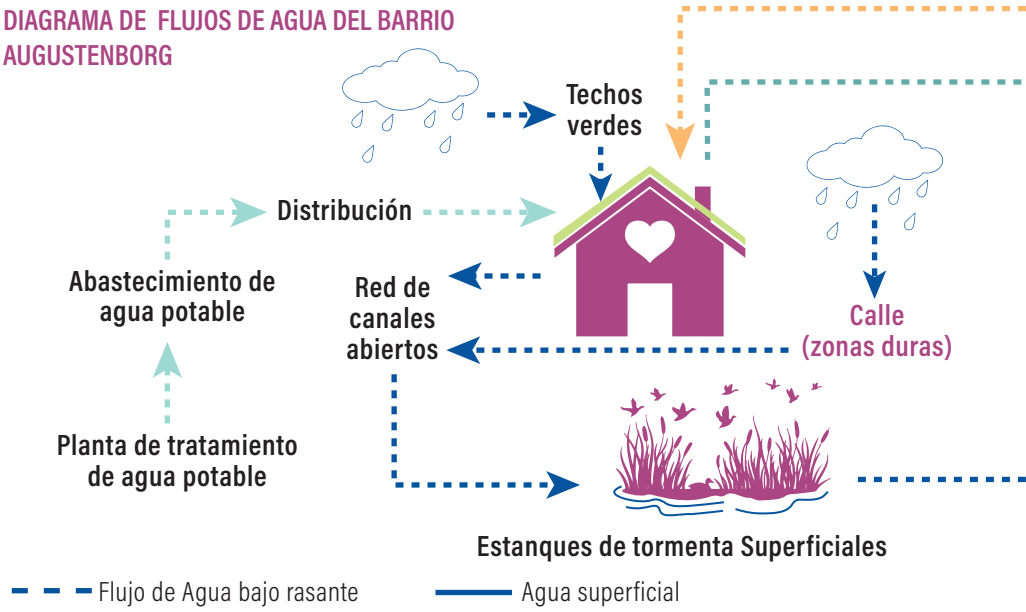


Ilustración 35: Estanque de agua de lluvia para amortiguar y purificar aguas contaminadas. *(André Vaxelaire,)*



Ilustración 36: Casa del reciclaje con cubierta verde y paneles solares. *(Tor Fossum)*

DIAGRAMA DE FLUJOS DE AGUA DEL BARRIO AUGUSTENBORG



DATOS GENERALES

3.000 Habitantes aprox.

32 Ha.

Entre el 45% y 58% del suelo es verde

Suelo arcilloso (poco permeable)

PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

H2 VERDE

DATOS CLIMÁTICOS

Clima: oceánico
Altitud: 12 m
Temperaturas min. : - 3 °C
Temperatura max. : 25°C
Precipitación min. mensual : 40 mm
Precipitación max. mensual : 71 mm
Humedad % max. : 86 %
Humedad % min. : 72 %
Promedio de días con lluvia en el mes : 10 días

NOTA: A pesar de la diferencia meteorológica de los países del norte en comparación a Latinoamérica, se ha tomado como caso de estudio el barrio de Augustenborg debido a su interés en la solución a los problemas de inundabilidad que sufría el barrio con similitudes de tipo de suelo arcilloso que tiene la ciudad de Cali. Además, es un ejemplo de transformación social, regeneración de capital humano y participación ciudadana en todo el desarrollo del plan urbano del barrio.

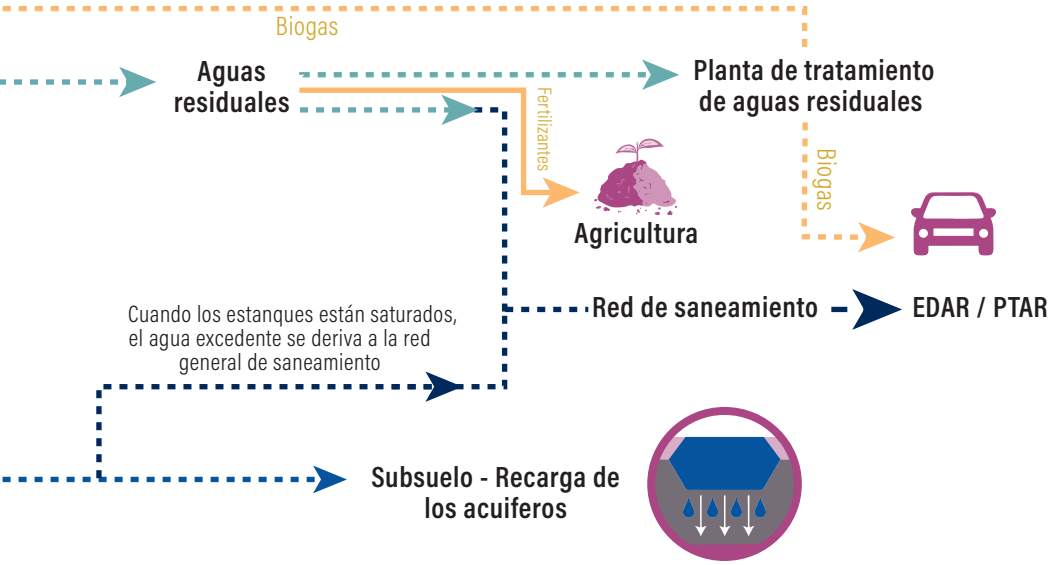


Ilustración 37. Diagrama de flujos de agua del barrio Augustenborg. Elaboración propia.

CALIFICACIÓN

- Sistemas de reultilización del agua
- Rehabilitación en el diseño urbano
- Resiliencia climática
- Transformación social
- Impacto económico positivo
- Solución a los problemas de inundabilidad
- Energías renovables obtenidas del agua
- Restauración ecológica y balance hídrico
- Rehabilitación de viviendas

El barrio de Augustenborg era un barrio en decadencia con problemas de inundabilidad, de desempleo e inmigración permanente y con una de las rentas más bajas de la ciudad y además con problemas de salubridad derivados al mal manejo y saturación de las redes de saneamiento.

Y para darle solución a esta situación se estableció una participación colectiva de diferentes agentes, desde los habitantes del barrio hasta los técnicos responsables. Se desarrollaron líneas de actuación direccionadas por la comunidad, en beneficio específico de las necesidades de los residentes y de las demandas climáticas. **A partir de una rehabilitación urbana, social y arquitectónica, este barrio logró ser un caso de resiliencia exitosa y crear un arraigo y sentido de pertenencia por parte de sus habitantes. Todo un caso de transformación social.**

CASO DE ESTUDIO 3

ECOBARRIO HAMMARBY SJÖSTAD

ESTOCOLMO, SUECIA

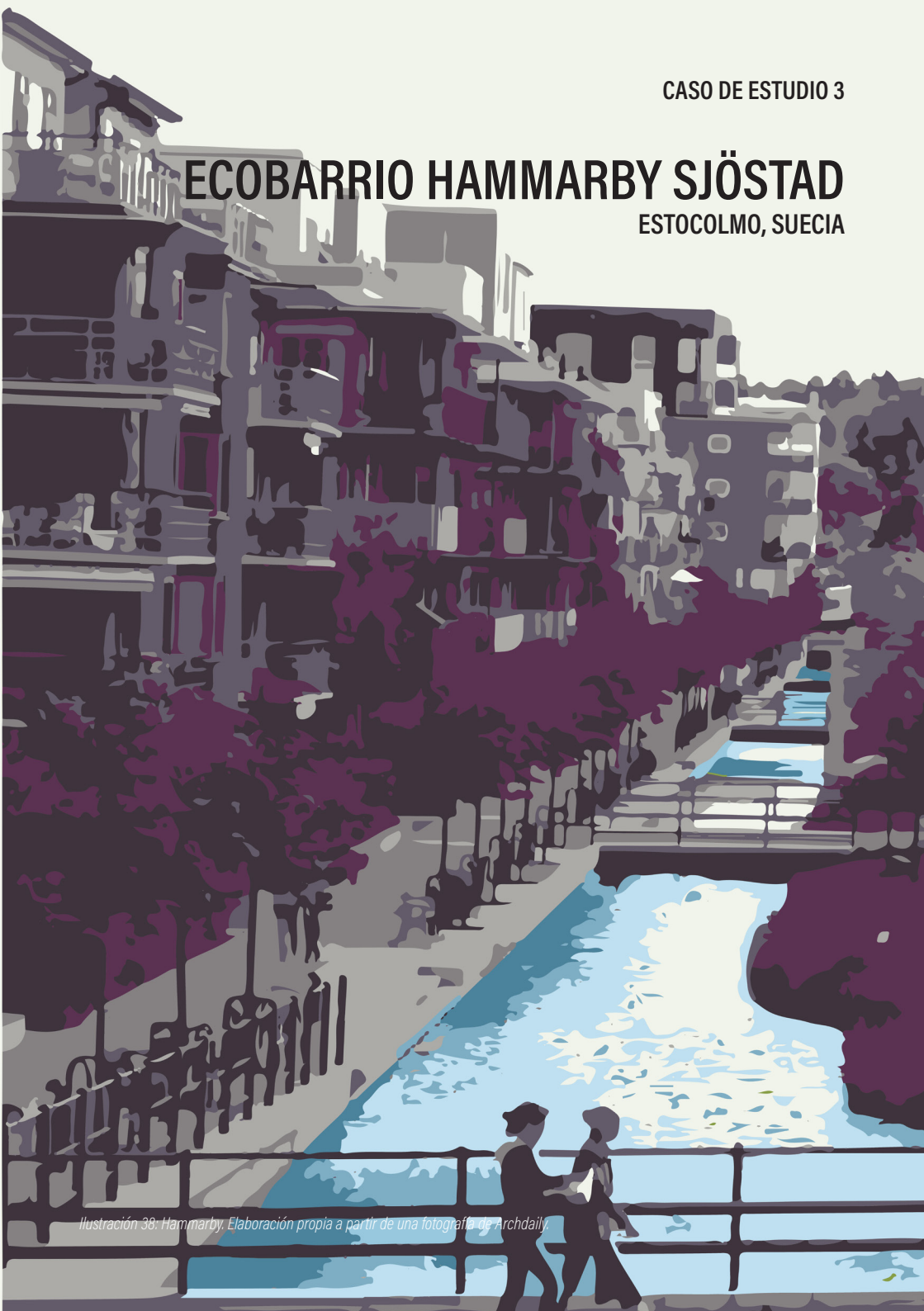
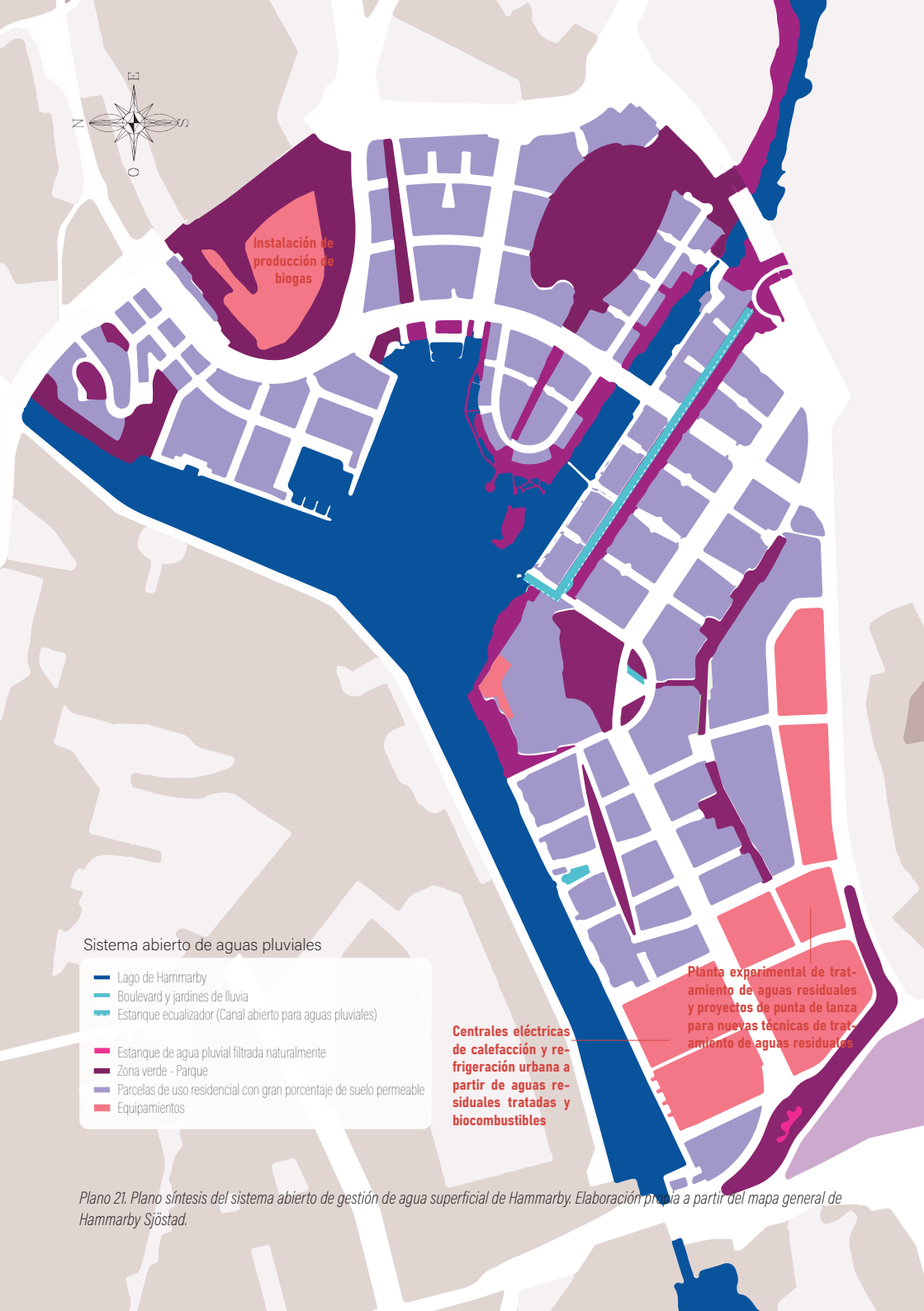


Ilustración 38. Hammarby. Elaboración propia a partir de una fotografía de Archdaily.



Plano 21. Plano síntesis del sistema abierto de gestión de agua superficial de Hammarby. Elaboración propia a partir del mapa general de Hammarby Sjöstad.

ECOBARRIO HAMMARBY SJÖSTAD EN LA CIUDAD DE ESTOCOLMO, SUECIA

Es un barrio ubicado en el sureste de Estocolmo y comenzó como una zona portuaria, siendo un sector industrial principalmente y con altos niveles de contaminación, de degradación ambiental e inseguridad. Ante el evidente deterioro del barrio industrial en los 90 se realizó un plan estratégico en consonancia con la sensibilización del agua e identidad del futuro barrio debido al interés de la ciudad de postularse como sede de los juegos olímpicos del 2004 y convertir Hammarby en una villa olímpica bajo diseñada bajo principios sostenibles, sin embargo, la ciudad no logro conseguirlo, pero continuo con los planes de renovación urbana y convertir a Hammarby en un eco barrio. Y gracias a sus grandes esfuerzos en el 2010 se le otorgó el título europeo de capital verde de Europa.

Hammarby cuenta con 160 hectáreas con 25.000 habitantes aproximadamente y su nombre refuerza el vínculo del barrio con el agua, "Hammarby Sjöstad" significa ciudad que rodea el lago Hammarby.

SOSTENIBILIDAD: SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL

La sostenibilidad fue uno de los criterios base para el desarrollo de este distrito relacionado con el agua y para esto se siguieron desde el principio una serie de objetivos a seguir para el desarrollo de Hammarby y que hasta la fecha han puesto a Hammarby como eco barrio de referencia a nivel mundial:

1. Aprovechamiento del agua y alternativas sostenibles para la gestión del agua
2. Sistema sostenible de residuos a partir del sistema "envac", aprovechamiento de los residuos sólidos,
3. Generación de energías renovables abastecer todo el barrio
4. Movilidad sostenible
5. Gran porcentaje de zonas verdes
6. Diversidad de usos

ENERGÍAS 100% RENOVABLES EN HAMMARBY

El objetivo de este eco barrio es que cuando se complete totalmente los residentes sean capaces de producir el 50% de combustible para generar la energía que consumen. Uno de los aspectos de mayor interés que he encontrado en este caso de estudio es que se evidencia un gran interés por realizar realmente una visión holística en cuanto a la gestión integral de las aguas y no solo las pluviales, además de ver en el agua residual un recurso proyectual y energético.

La energía principalmente proviene de tres fuentes diferentes. En la primera fuente se provee de calefacción y refrigeración al barrio a partir de las aguas residuales y los residuos orgánicos. Este último se utiliza para producir calefacción y electricidad y produce el 47% de calor para el distrito.

Por otro lado, el calor que se genera al tratar las aguas residuales es usado como fuente de calefacción urbana, abasteciendo la demanda con un 34%. Posteriormente, al enfriarse en el retorno, las aguas residuales se utilizan también como una forma de enfriar el agua de la red de refrigeración que se utiliza por ejemplo en tiendas de comestibles que requieren de enfriamiento y oficinas en remplazo de los aires acondicionados que consumen mucha energía.

En segunda instancia se utilizan los lodos obtenidos de la central de depuradora de aguas residuales para generar biogás y recargar los autobuses de la ciudad y los lodos excedentes se utilizan como fertilizantes o compostaje para la agricultura o venta.

En tercer lugar, está la energía solar obtenida a través de paneles y células solares instaladas en techos y fachadas de varias casas del barrio, incluidos algunos equipamientos llegan abastecer hasta el 50% de agua caliente que consumen.

Otro aspecto interesante es la incorporación de pilas de combustible que genera electricidad y calor. Actualmente, alrededor de 1000 viviendas del distrito cuentas con cocinas que funcionan con biogás producido por sus mismos desechos orgánicos, al ser muy parecidas las cifras de producción de biogás de una vivienda a las cifras de consumo de biogás en su cocina y esto ha generado una reducción del 20% de energía eléctrica.

En Hammarby se observa un ciclo continuo de agua y energía.

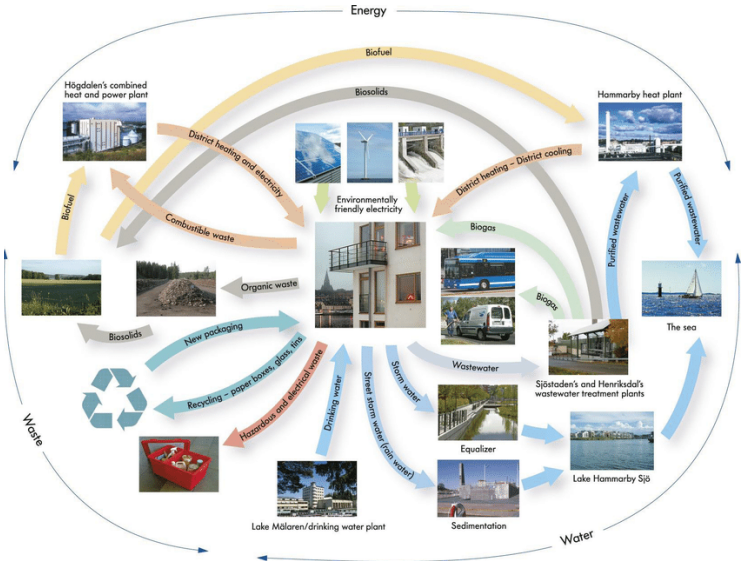


Ilustración 39: Modelo Hammarby, Eco-Cycle. (Administración de planificación de la ciudad de Estocolmo, 2009)

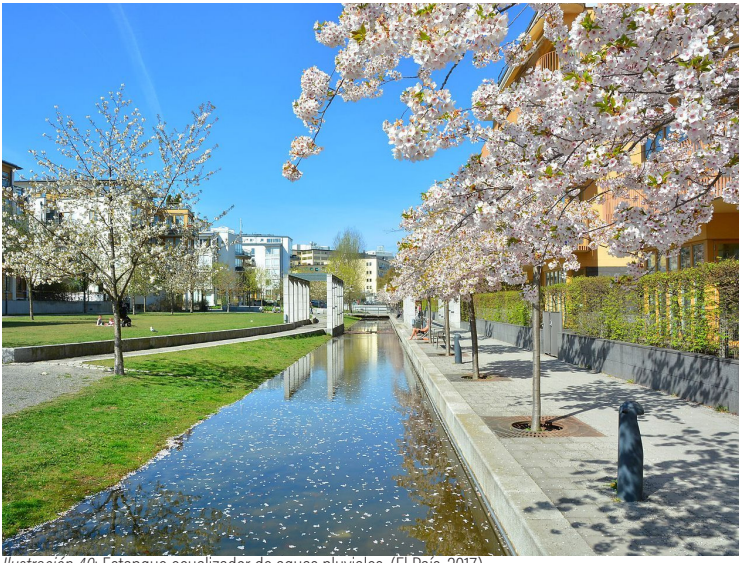


Ilustración 40: Estanque ecualizador de aguas pluviales. (El País, 2017)



Ilustración 41: Boulevard y estanque ecualziador de aguas pluviales. (Archdaily, 2016)

GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA

Como primera instancia, en Hammarby se ha buscado lograr una sensibilización con respecto al consumo racional de agua potable, con lo cual se busca reducir el consumo promedio de Estocolmo de 200 litros por persona al día a 100 litros de agua al día por persona, aunque actualmente se encuentra en un consumo de 150 litros lo cual ya es un gran avance. Para esto se han avanzado en programas educativos a los vecindarios y se ha implementado un modelo de participación ciudadana y se ha abierto un centro ambiental para difundir información sobre el cuidado y conservación de este recurso hídrico, además de ofrecer a los habitantes la opción de monitorear su consumo diario a través de una aplicación móvil.

AGUAS PLUVIALES

Las aguas lluvias y las de deshielo se gestionan completamente dentro del barrio. Por ende, las aguas lluvias provenientes de las viviendas se infiltran en el lugar o se drenan a los canales de agua lluvia superficiales completamente integrados con el diseño del paisaje urbano, incluso las escorrentías recorren las escaleras de agua diseñadas por el artista Dag Birkeland. Y posteriormente lleva el agua excedente a un humedal dentro del barrio que conforma una pequeña biota, siendo un atractor importante para actividades sociales, recreativas y deportivas en el distrito. Además, el agua lluvia recogida se aprovecha para jardines. Algunas de los edificios residenciales cuentan con cubiertas verdes de plantas locales para retener, amortiguar y evaporar las aguas pluviales.

Por otro lado, las aguas lluvia de la calle se derivan a otro sistema independiente, las escorrentías se llevan a estanques ecualizadores de purificación superficiales, otorgando escenarios acuáticos ornamentales en el paisaje urbano del barrio, para después ser infiltradas paulatinamente al subsuelo o al lago de Hammarby y en el mar Báltico.

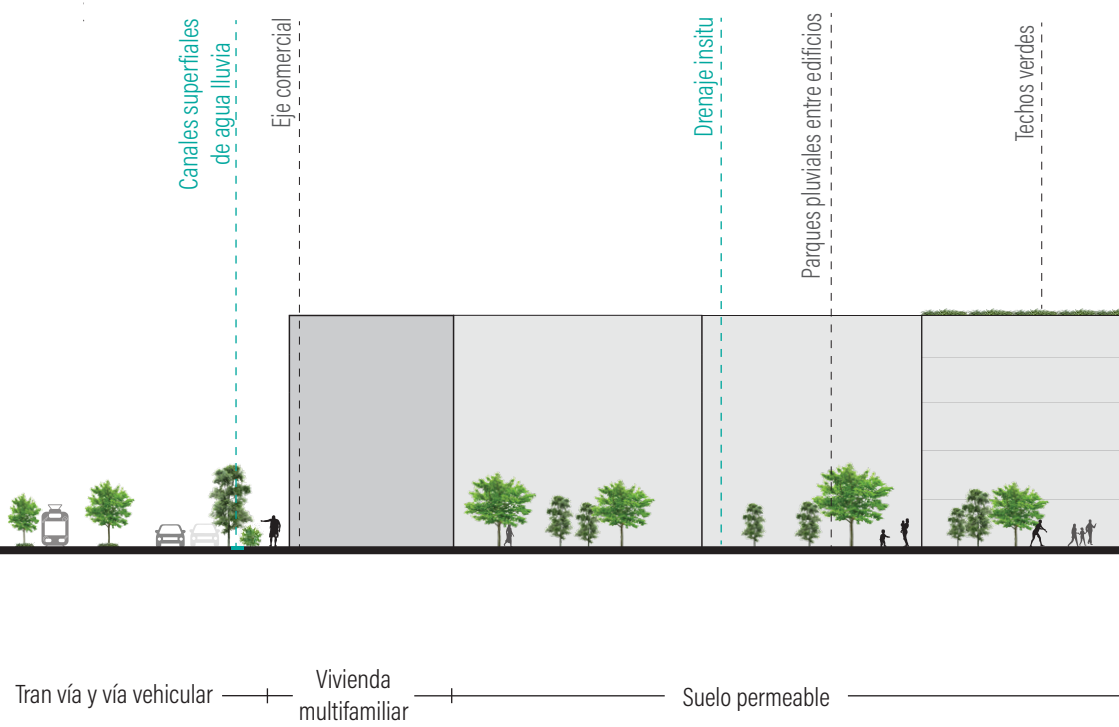
AGUAS RESIDUALES

Como se mencionó anteriormente en el eco barrio de Hammarby se hace uso de las aguas residuales como fuente de energía y calefacción, se obtienen lodos del proceso de purificación y filtración de las depuradoras para producir biogás para los transportes públicos, estufas de gas y los lodos son reciclados y utilizados como compostaje en la agricultura y en las zonas forestales.



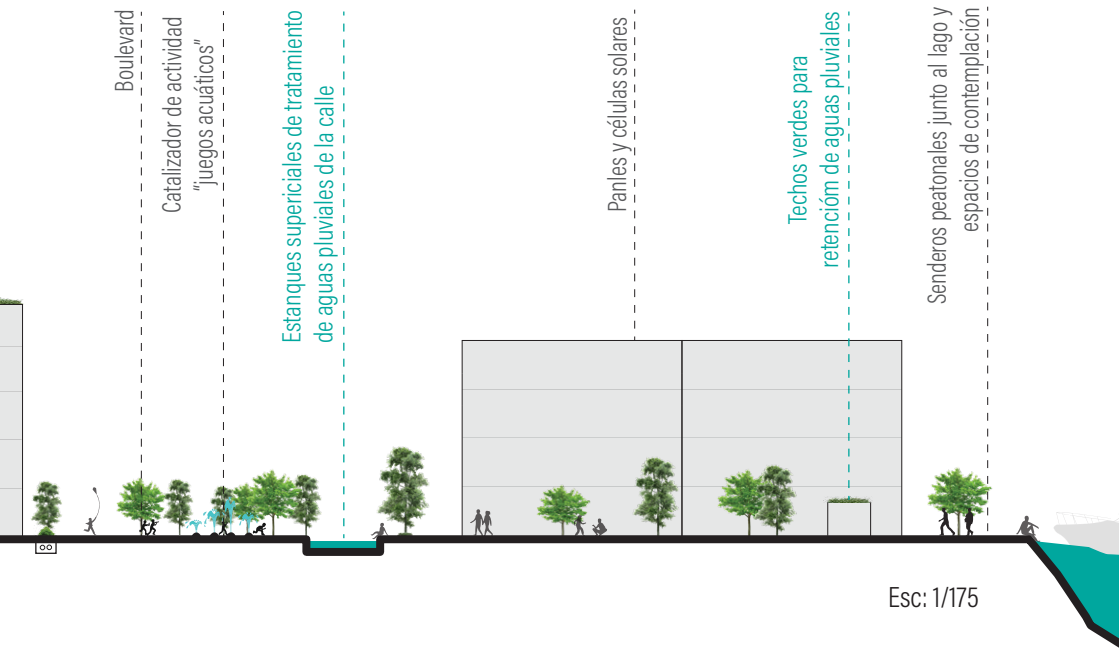
Ilustración 12: Boulevard. (Archdaily, 2016)

SECCIÓN EN RELACIÓN AL DISEÑO DEL PAISAJE URBANO DEL ECO BARRIO HAMMARBY CON LA GESTIÓN DE AGUAS



Plano 22. Sección. Elaboración propia.

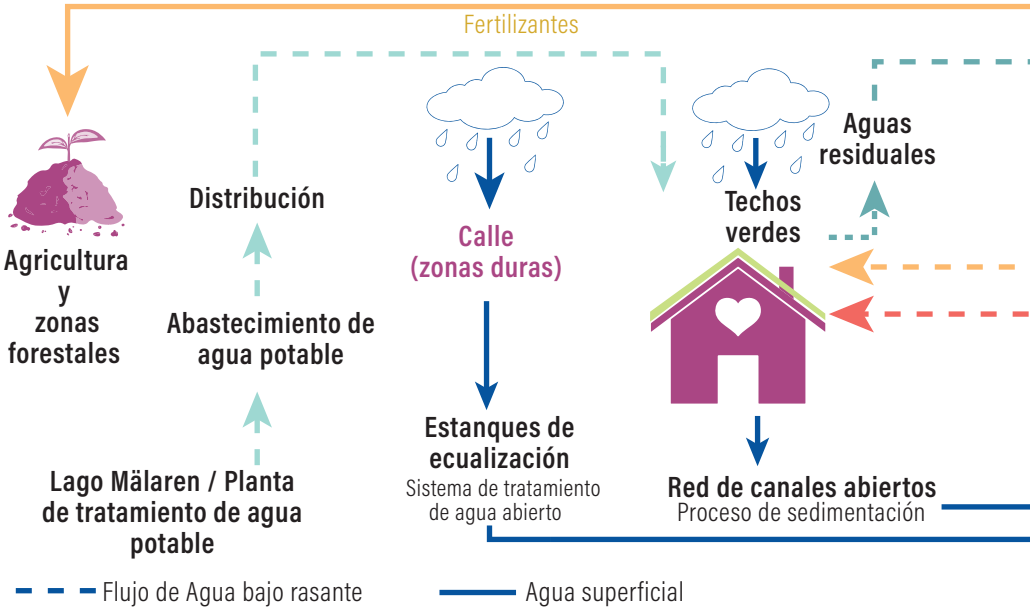
SUROESTE



Esc: 1/175

Boulevard — Suelo permeable — Paseo marítimo y Lago Hammarby Sjöstad

NORESTE



DATOS GENERALES

25.000 Habitantes aprox.

160 Ha.

Consumo de 150 ktrs de agua al día por persona

PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

H2 VERDE

DATOS CLIMÁTICOS

Clima: oceánico
Altitud: 28 m
Temperaturas min. : - 3 °C
Temperatura max. : 22°C
Precipitación min. mensual : 37 mm
Precipitación max. mensual : 73 mm
Humedad % max. : 87 %
Humedad % min. : 69 %
Promedio de días con lluvia en el mes : 12 días

NOTA : A pesar de la diferencia meteorológica de Suecia en comparación a Colombia, se ha tomado como caso de estudio Hammarby debido a los avances y programas de investigación nacional suecos en relación a la "Gestión sostenible del agua urbana"con el objetivo de desarrollar y estudiar soluciones ecológicas integradas en el diseño urbano para los sistemas de aguas pluviales y residuales

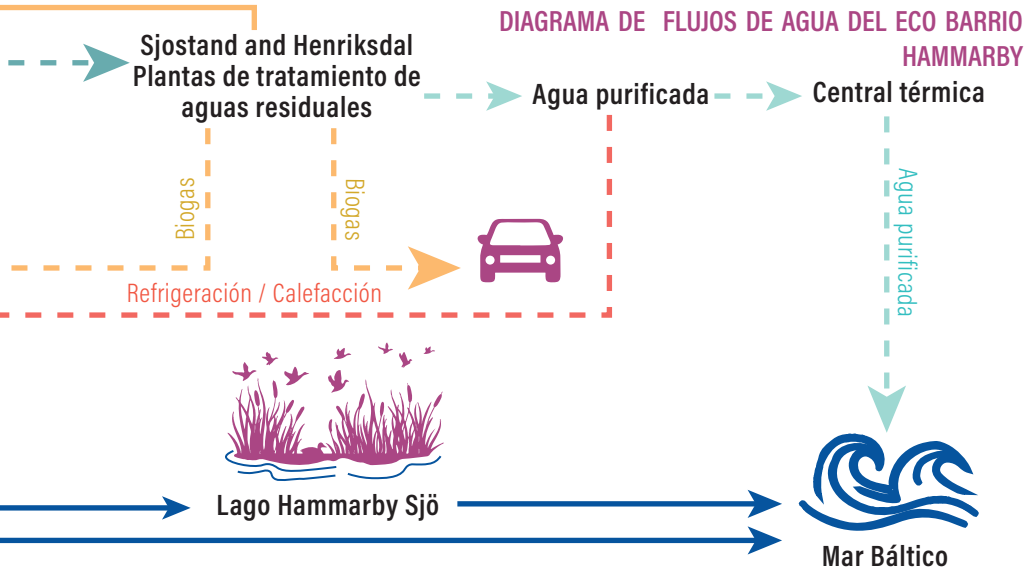


Ilustración 43. Diagrama de flujos de agua del Eco barrio Hammarby. Elaboración propia.

CALIFICACIÓN

- Sistemas de reultilización del agua
- Rehabilitación en el diseño urbano
- Resiliencia climática
- Transformación social
- Impacto económico positivo
- Solución a los problemas de inundabilidad
- Energías renovables obtenidas del agua
- Restauración ecológica y balance hídrico
- Rehabilitación de viviendas

Hammarby es sin duda uno de los barrios con mayor conciencia sobre los recursos hídricos y a la vanguardia en sistemas de gestión del agua residual y pluvial. Además, en este Eco barrio se observa una visión holística del agua, se evalúa desde los beneficios ecológicos e hídricos hasta los beneficios sociales.

El agua forma parte del paisaje y de la identidad del barrio. Cada espacio acuático que se ha proyectado de paso o estancia para el agua se ha pensado y diseñado en un diálogo recíproco entre diferentes disciplinas y la comunidad, y eso se evidencia en la integración de los sistemas y el diseño urbano y arquitectónico del barrio.

Otro de los aspectos a resaltar es que **Hammarby convierte las aguas residuales en recursos hídricos, se observa un ciclo continuo de agua y energía**, un aspecto de suma importancia ante la crisis de agua a nivel mundial.

CASO DE ESTUDIO 4

ECOVILLAGE EN KRONSBERG

HANNOVER, ALEMANIA

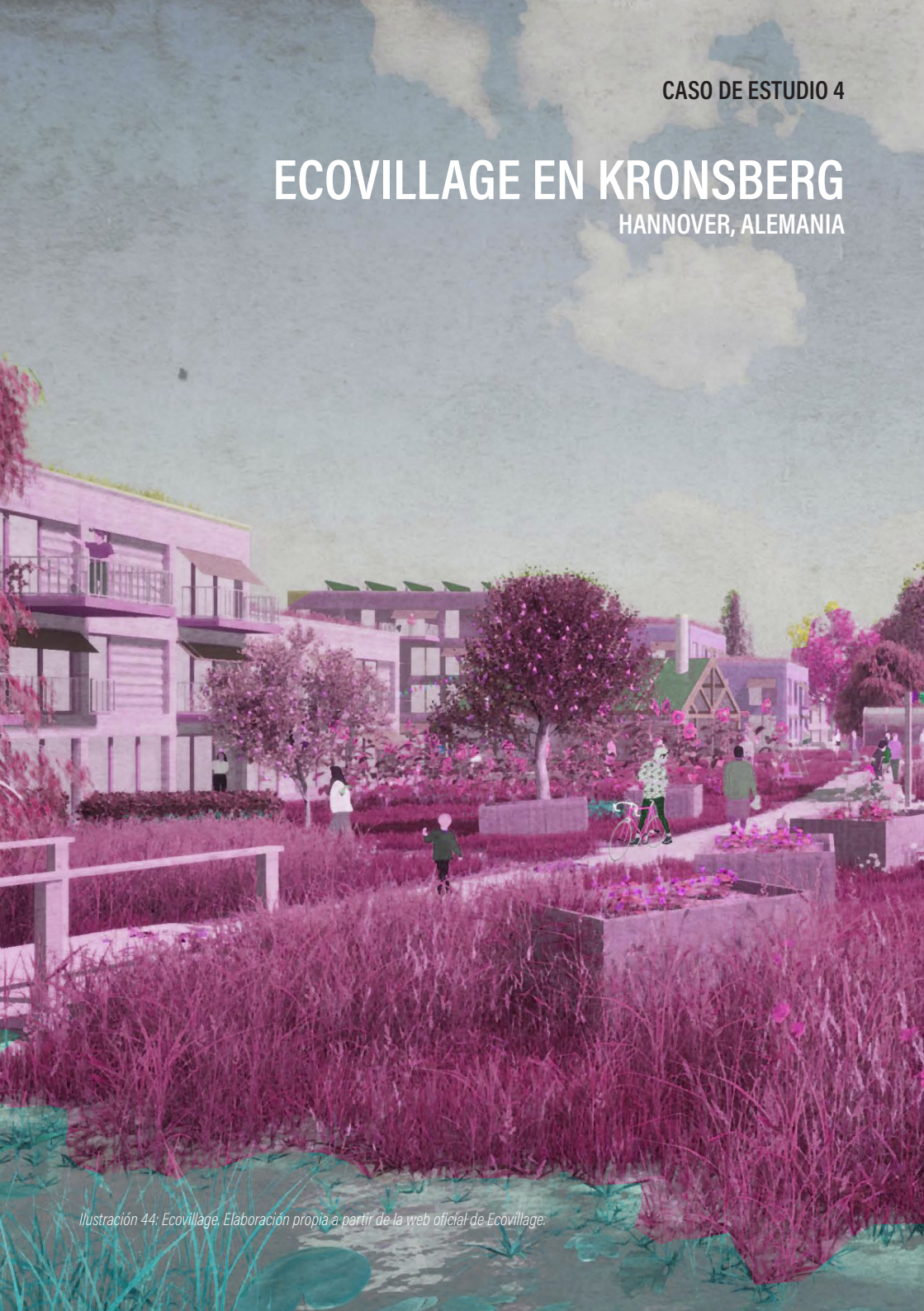


Ilustración 44: Ecovillage. Elaboración propia a partir de la web oficial de Ecovillage.



Plano 23. Plano síntesis del sistema abierto de gestión de agua superficial de Ecovillage. Elaboración propia a partir del plano urbano de Ecovillage.

ECOVILLAGE EN KRONSBERG, EN LA CIUDAD DE HANNOVER, ALEMANIA

Nace como una idea de crear una aldea ecológica en medio de la ciudad con el objetivo de ser un asentamiento con emisiones neutrales de co2, completamente sostenible; ambiental, social y económicamente. En el año 2019 se inició con una cooperativa de vivienda con la idea de llevar a cabo este plan de desarrollo urbano que estará ubicado dentro del distrito de Kronsberg y ocupará un área de 50.000 m2 para 1000 habitantes y aproximadamente 30.000 m2 serán destinados a espacios libres. Basándose en todo momento en una planificación "bottom up" que involucra a los futuros habitantes de Ecovillage en todo el proceso de planificación y gestión. Uno de los aspectos a resaltar es la reducción del espacio privado y aumento de las zonas comunes a través de patios, jardines y viviendas compartidas.

En relación con la energía se obtendrá a través de paneles solares fotovoltaicos con un requerimiento de la aldea 1.110 MWh al año (700 MWh doméstico + 150 MWh zona común y coches + 260 MWh calefacción y agua) y se estima que los sistemas fotovoltaicos a instalar cubrirán al rededor de 1300 MWh de electricidad anual y la calefacción será a través de ondas geotérmicas.

CONCEPTO DE AGUA

En la eco aldea existe una gran sensibilización con respecto al cuidado y aprovechamiento del agua, por lo cual se ha pensado en diferentes estrategias experienciales para darle un tratamiento especial a cada una de ellas. Las aguas pluviales, grises, negras y la orina tendrán cada una un sistema de purificación y reutilización, para ser algunas de ellas utilizadas en los laboratorios experimentales de educación ambiental dentro de la aldea. Además, se busca investigar y enseñar nuevas alternativas de producir alimentos de alta calidad a partir de las aguas residuales. Se buscará mostrar un sistema de jardinería urbana en un espacio con una alta densidad poblacional y ser un proyecto modelo de barrio urbano libre de aguas residuales.

PLAN DE ESPACIOS ABIERTOS Y PROBLEMAS DE AGUAS RESIDUALES
AGUAS PLUVIALES

En cuanto a las aguas pluviales se continuará con el mismo sistema que tiene kronsberg a través de la canalización de escorrentías a espacios verdes para ser filtradas naturalmente in situ, para esto aproximadamente el 50% el suelo será permeable. Además, se utilizará el sistema de "Mulden-Rigolen-System", diseñado para el barrio de kronsberg en la exposición mundial del 2000 ya que se ha demostrado su excelente funcionamiento y capacidad de retención y filtración para evitar inundaciones debido al gran porcentaje de precipitación de la zona y a la baja capacidad de permeabilidad del suelo arcilloso. Por otro lado, se incorporaron cubiertas verdes con paneles solares como primer colchón de absorción para las aguas pluviales y que al permitir la evaporación del agua mejorará el microclima de la aldea.

Toda el agua lluvia se devuelve naturalmente al medio natural, se evapora y se filtra en el lugar para recargar las aguas subterráneas.

AGUAS GRISES

Dado que las aguas lluvia no son reutilizadas, se proyecta un aprovechamiento de las aguas residuales que provienen de las cocinas, los lavamanos y duchas para su reutilización posterior para los inodoros, las lavadoras y el riego de las zonas verdes comunes en verano, lo cual reduciría el consumo de agua de una persona a 100 litros diarios lo cual significaría una reducción del 50 % de consumo de agua en comparación a la media del país. Para esto sería necesario la implementación de un humedal superficial para el tratamiento de las aguas más un proceso de purificación posterior con mayor tratamiento técnico.

AGUAS NEGRAS

En cuanto a la reutilización de aguas negras, hay una gran iniciativa por sacar el mayor provecho de este líquido y convertirlo en un recurso. En primera instancia se buscó ser un barrio sin sistema de alcantarillado convencional, pero al tener ya Kronsberg un sistema de saneamiento preexistente que cubriría la zona en la que va a estar la Ecoaldea se descartó esta idea.

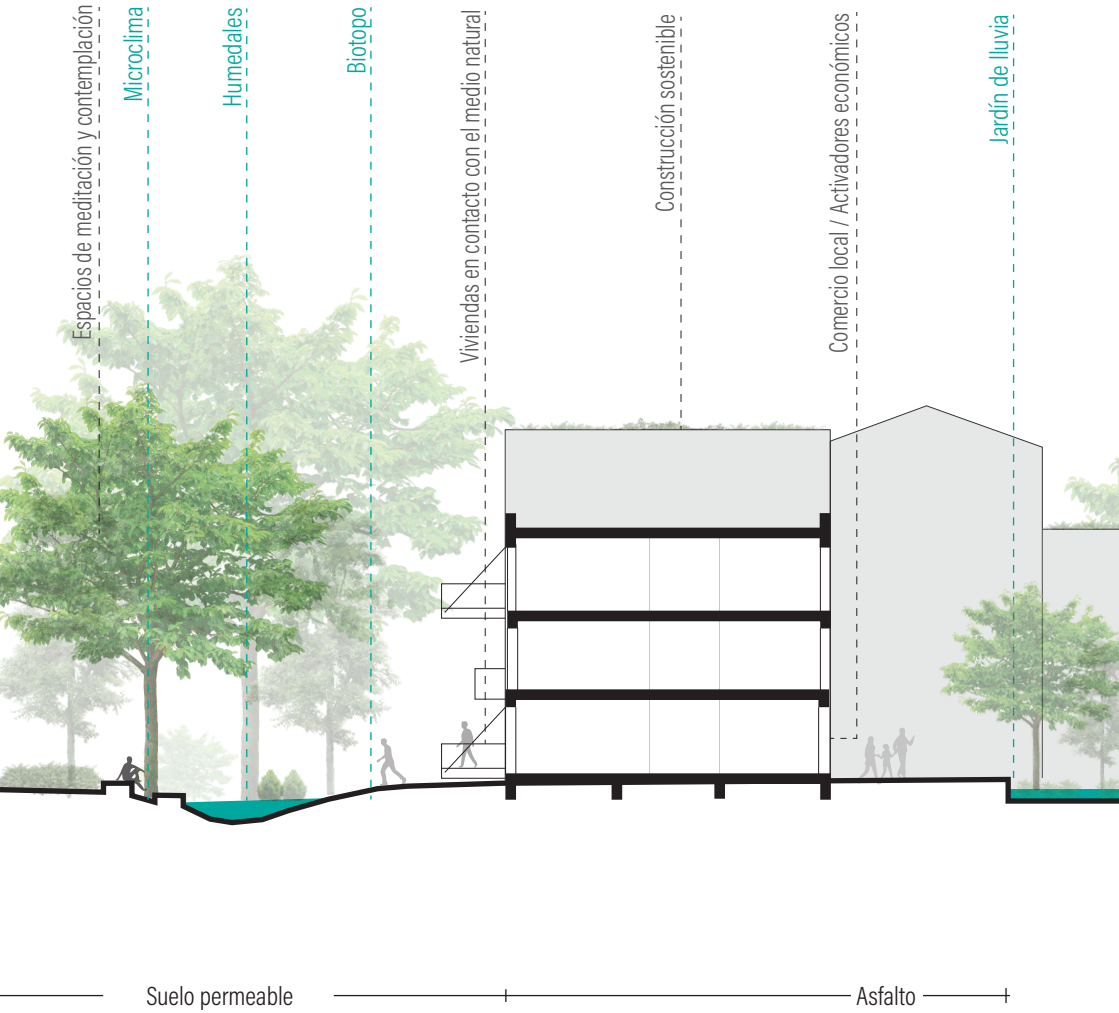


Ilustración 45: Render de plaza central y jardines de lluvia. (*Cityförster, 2021)*



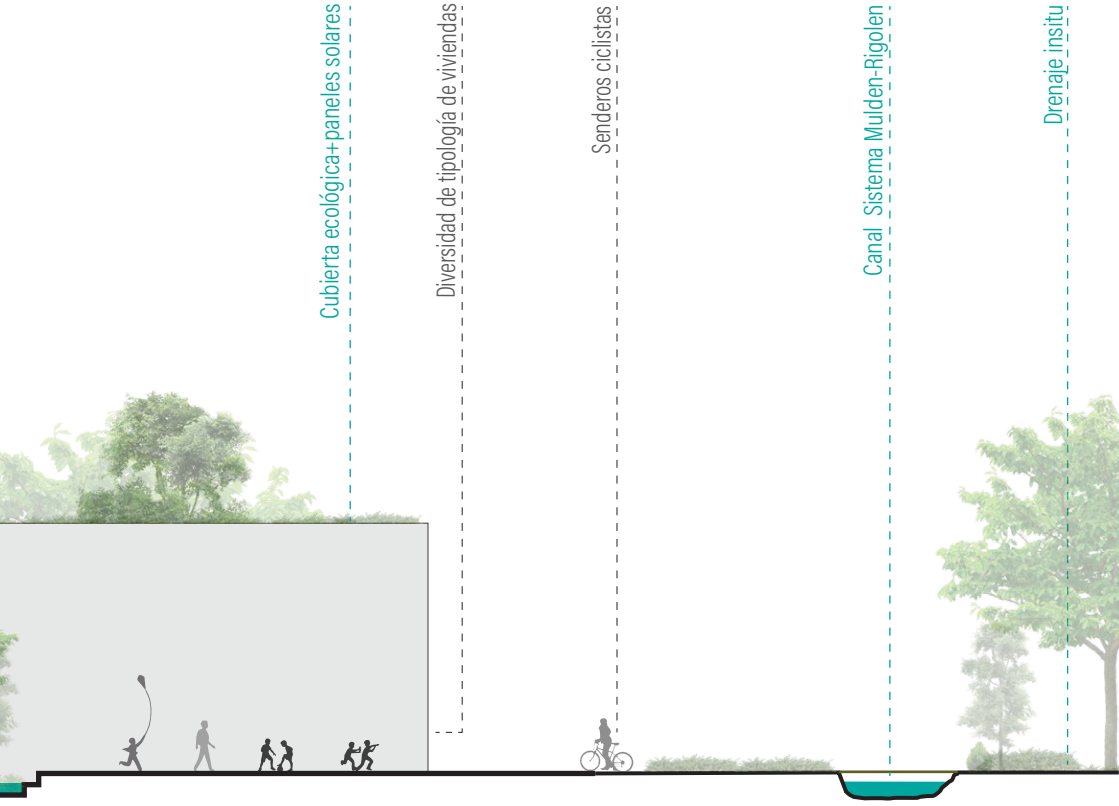
Ilustración 46: Render del interior de la eco aldea. (*Cityförster, 2021)*

SECCIÓN EN RELACIÓN AL DISEÑO DEL PAISAJE URBANO DE LA ECOALDEA DE HANNOVER CON LA GESTIÓN DE AGUAS



Plano 24. Sección. Elaboración propia.

SUROESTE



Esc: 1/125

Adoquín ecológico — Suelo permeable

NORESTE

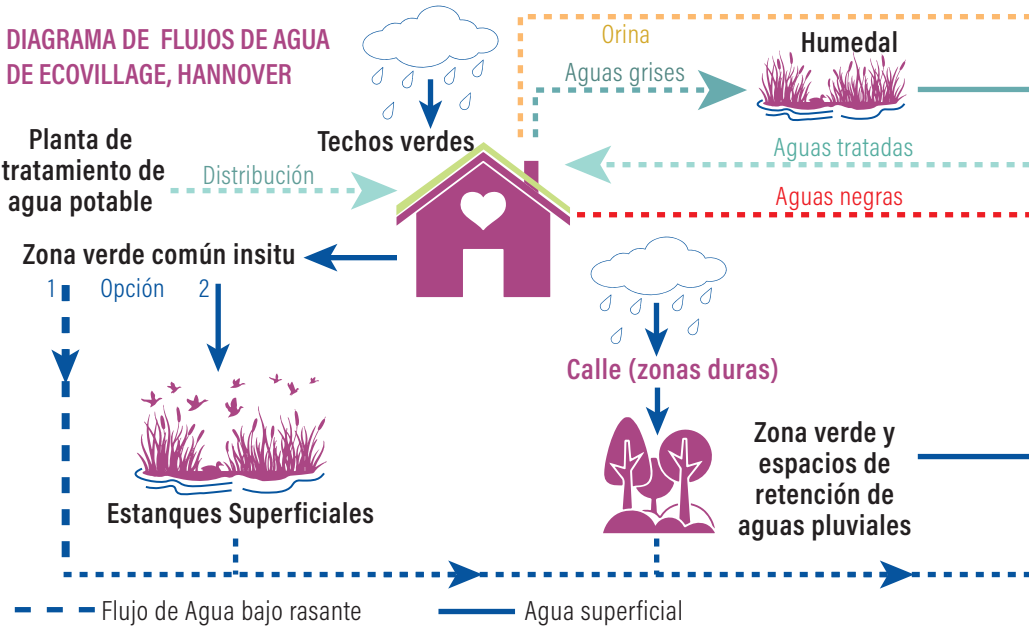


Ilustración 47. Diagrama de flujos de agua de Ecovillage. Elaboración propia.

DATOS GENERALES

1000 Habitantes aprox.

4.93 Ha

Se espera un consumo de 100 ltrs diario por persona

El 65% del suelo será verde

Suelo arcilloso calcáreo (poco permeable)

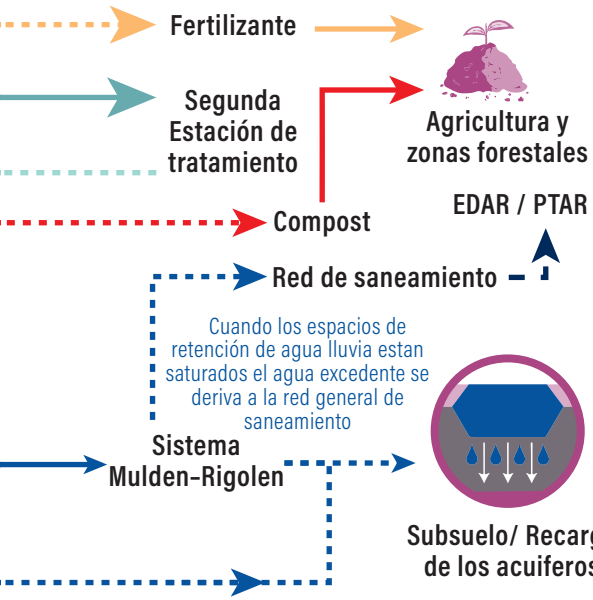
PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

H2 VERDE

DATOS CLIMÁTICOS

Clima: oceánico
Altitud: 10.7 m
Temperaturas min. : 1 °C
Temperatura max. : 23°C
Precipitación min. mensual : 51 mm
Precipitación max. mensual : 82 mm
Humedad % max. : 83 %
Humedad % min. : 68 %
Promedio de días con lluvia en el mes : 9 días

NOTA : A pesar de la diferencia meteorológica de Alemania con Colombia, se ha tomado como caso de estudio la Ecovillage, Hannover debido al interés de la cooperativa de vecinos de crear un barrio sostenible; social, ambiental y económicamente, con un diseño urbano direccionado por líneas estratégicas en relación con la autosuficiencia energética y la gestión, conservación y aprovechamiento de las aguas; lluvia, grises y negras.



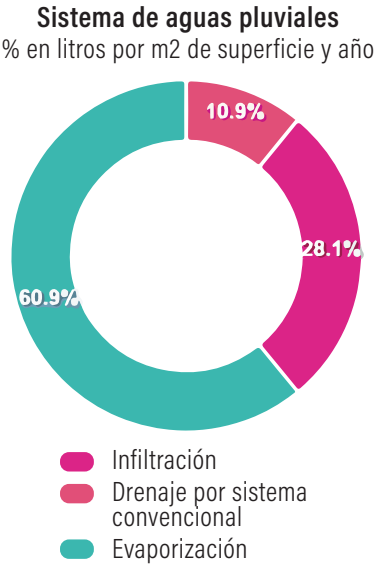


Ilustración 48. Gráfico de porcentajes. Elaboración propia a partir de ecovillage

CALIFICACIÓN

- Sistemas de reultilización del agua
- Rehabilitación en el diseño urbano
- Resiliencia climática
- Transformación social
- Impacto económico positivo
- Solución a los problemas de inundabilidad
- Energías renovables obtenidas del agua
- Restauración ecológica y balance hídrico
- Rehabilitación de viviendas

La Ecoaldea es un barrio nuevo que ha surgido desde el interés propio de los habitantes, y todo su desarrollo y planeación a estado basado en la cooperación de diferentes agentes y participación ciudadana. Las cooperativas vecinales han jugado un papel vital en el desarrollo del proyecto. Así mismo, toda la construcción de las nuevas viviendas ha sido diseñada bajo parámetros de sostenibilidad.

La Ecoaldea a la vez que hace un plan de desarrollo urbano, realiza un plan social de capacitación, educación y concientización sobre los recursos naturales, hídricos y la conservación ambiental a través de asociaciones y proyectos piloto de investigación.

El agua es sin lugar a duda uno de los criterios de diseño de la aldea y una oportunidad productiva.

OTROS PROYECTOS EXPERIENCIALES DE INTEGRACIÓN SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL



En el nuevo desarrollo de Ecovillage se proponen múltiples proyectos de impacto social, que benefician directa o indirectamente a los sectores ambientales y económicos del barrio.

Todo el proceso de diseño y planeación de Ecovillage se ha realizado bajo un orden participativo, y de igual forma los proyectos piloto presentados a continuación han sido propuestos por la misma comunidad y son ellos quienes actualmente están gestionando cada uno de sus proyectos para que se hagan realidad, a través de la creación de cooperativas, asociaciones, etc.

El caso de:
ECOVILLAGE, ALEMANIA

Listado de proyectos sociales, ambientales y económicos :

1. Módulo piloto: vivienda de 170 m2 que no produzca aguas residuales

2. Proyecto piloto de separación y tratamiento de la orina: la orina es un líquido que contiene alrededor del 50 % y 70% de nutrientes, lo cual lo hace muy atractivo como opción de fertilizante para la agricultura y la horticultura, sin embargo, deben de tener un tratamiento muy riguroso debido a su carga de agentes peligrosos como residuos de medicamentos. Para esto se prevé instalar a futuro un sistema independiente que pueda funcionar para la reutilización y purificación de la orina para su comercialización fuera de Alemania, ya que en este país por el momento legalmente no se puede comercializar fertilizante de orina a diferencia de Suiza, país en el que si se puede fertilizar con productos a base de orina.

3. Obtención de compostaje a través del proceso de depuración de las aguas negras con la separación de los lodos.

4. Sala experimental de educación ambiental "Smart living lab": este programa va orientado para familias de bajos ingresos para la capacitación práctica sobre el manejo de aguas residuales. Este proyecto tiene una orientación técnica pero también de transformación, concientización y capacitación ciudadana. Y se tomará para el proyecto una subvención de la fundación ambiental Federal Alemana.

5. Plan piloto de Hidropónicas: se instalará para toda la Ecovillage un invernadero de 25 m2 para el ensayo de cultivo intensivo de crecimiento vertical y la cría de peces, lo cual generará un ciclo cerrado de jardinería urbana con la participación de los vecinos junto a la asociación Dorfleben ecovillage ev.



El caso de:
AUGUSTENBORG, SUECIA

Listado de proyectos sociales, ambientales y económicos :

Este barrio cuenta con alrededor del 65% de la población extranjera, por lo tanto, es una zona con un valor multicultural importante y por ello la participación y colaboración de los vecinos fue fundamental para dar soluciones a los problemas sociales del sector como el desempleo, la segregación y la precariedad para alcanzar una sostenibilidad social.

En cuanto a la sostenibilidad económica del barrio, hubo un gran beneficio, relacionado estrechamente con el proyecto de resiliencia climática, surgieron nuevos puestos de trabajo, emprendimientos y comercios locales y se establecieron tres compañías en el área como resultado del proyecto urbano Ecocity. Watreco, que es la empresa encargada del manejo y mantenimiento de los canales de lluvia superficiales, el instituto de investigación escandinavo de techos verdes, que surgió para gestionar y estudiar los beneficios de las diferentes cubiertas ecológicas y del jardín botánico en el barrio. Y por último la red de vehículos compartidos Skåne.

1. La casa del reciclaje: Talleres y foros para la participación de los vecinos en la regeneración urbana y en el manejo de residuos.

2. Ecopabellón: Actividades para niños y adultos de educación ambiental.

3. Sistema Aquatron: Proyecto educativo con sistema de tratamiento de aguas residuales superficial para que los niños puedan entender el ciclo del agua. Además de cursos infantiles relacionados con todas las energías renovables y techos verdes.

4. El café sommaren: Un lugar de cohesión social, debate, charlas, talleres, entre otros. Siempre organizado por y para los vecinos.

5. Centro de investigación del Jardín Botánico: Investigación de techos ecológicos, realización de cursos, seminarios y programas educativos. Además, se encarga del mantenimiento periódico de 50 techos verdes aprox. de la ciudad

6. El hotel para conejos: Centro infantil por las tardes que enseña a los niños a cuidar los animales

7. Primer programa de vehículo compartido de Malmö



Ilustración 49. Acuaponicas. Elaboración propia a partir de fotografía de El País.

El caso de:
TRES MIL VIVIENDAS, ESPAÑA

Desde la Universidad de Sevilla se inició un programa piloto de investigación aplicada de acuaponicas urbanas con la intención de generar un sistema integrado de producción vegetal en agua sin suelo, con crecimiento vertical, para la generación de comida, empleo, cuidado ambiental y educación en los barrios mas vulnerables de la ciudad

Para este proyecto en Tres mil viviendas en Sevilla, España se contó con la colaboración de diferentes agentes, participaron los técnicos competentes, Asociación verdes del Sur, la oficina de la comisionada para el poligono sur, la Universidad de Sevilla y los vecinos. Durante el proceso se contó con unos talleres sobre el funcionamiento de este sistema y tuvo una gran aceptación por parte de la comunidad.

Un dato interesante es que se cultivan peces de clima tropical, la tilapia que es una de los peces con mayor demanda de consumo.

Anualmente se tiene una producción de 20 kilos de pescado y 60 kilos de vegetales con tres depósitos de 1000 litros de agua en total.

Con este proyecto piloto nombrado "El milagro de los peces" se ha logrado contribuir a un ahorro anual del 50% de gastos en frutas y verduras de la familia productora y a sido palanca de nuevos proyectos de huertos ecológicos en seis colegios del barrio con el apoyo educativo de la Universidad de Sevilla.

La idea que se tiene ahora es la realización de una instalación mas grande como capacidad para 6000 litros de agua para poder generar una mayor producción de pescado y hortalizacias y así cubrir un porcentaje de las necesidades alimenticias del barrio y generar un nuevo foco de empleos directos e indirectos.



Ilustración 50. Logo del proyecto. (Janes walk, 2015).



Ilustración 51. Andrea una de las fundadoras en una visita guiada. Elaboración propia a partir de fotografía de Canal Ipe.

El caso de:
SAN JUAN DE LURIGANCHO, PERÚ

El proyecto "La lombriz feliz" inició como un proyecto en el distrito de San Juan de Lurigancho debido a la alta demanda de vivienda que había en el sector ocasionada por los numerosos desplazamientos de las personas de entornos rurales a la ciudad de Lima. Por ende, al ser San Juan de Lurigancho uno de los distritos con menor per capita de la ciudad, recibía al mayor número de personas generando asentamientos informales en zonas verdes y de protección ambiental ocasionando un grave deterioro del medio natural.

Por esta razón, nace la iniciativa por parte de la asociación ALDA junto a agricultoras locales de recuperar y hacer productivos los espacios verdes dentro del barrio, además del manejo y reutilización de residuos organicós como compostaje para ser vendido posteriormente.

La lombriz feliz logró recuperar areás verdes y azules utilizadas como basureros e invasiones y las convirtió en espacios productivos de interés común y erradicó lo que estaba siendo una demandad de salud pública en la zona.

Para todo este proceso fue necesario la capacitación y participación continua de los vecinos. Se realizarón talleres, charlas, foros, etc. Y con el apoyo de instituciones religiosas se creó un pequeño plan piloto de lombriucltura para el tratamiento de residuos orgánicos del barrio.

Lo que hace 29 años comenzó con un proyecto a pequeña escala con trabajoras voluntarias hoy en día a crecido hasta convertirse en una organización que brinda trabajo remunerado a casi 30 mujeres cabeza de hogar. Producen fertilizante a partir de residuos orgánicos y aguas residuales; variedad de hortalizas en el biohuerto y tienen un espacio destinado a la crianza de animales pequeños. Además, realizan talleres informativos y educativos sobre conciencia ambiental y el reciclaje.



Ilustración 52. Logo del proyecto.



Ilustración 53. Huerto en azotea. Elaboración propia a partir de fotografía de El País.

El caso de:
SAN ANTONIO, COLOMBIA

En el 2018 nace el proyecto piloto de implementación de estrategias integrales para la adaptación climática de la ciudad por parte de la administración municipal DAGMA, la CVC y la Universidad del Valle; en los barrios Aguacatal, San Antonio, Altos de Santa Elena, Sena y Salomia.
Ese mismo año, el barrio tradicional de San Antonio de la ciudad de Cali, Colombia, recibió el sello Label EcoQuartier que reconoce a este barrio como el primer Eco barrio de Latinoamérica en respetar los principios de desarrollo sostenible por el gobierno francés.

Todo comenzó con reuniones convocadas por DAGMA desde la Junta de Acción comunal en el que se propuso el proyecto a los vecinos y se les invitó a participar e inscribirse en los diferentes programas. Desde el inicio el proyecto tuvo una gran aceptación y demanda por parte de los vecinos, por ende se prosiguió a la instalación de los diferentes recursos.

Actualmente, el barrio cuenta con 80 huertos caseros, 30 composteras comunitarias, una escuela pública que cuenta con paneles solares fotovoltaicos, 8 sistemas de recolección de aguas lluvias, talleres y capacitación en diseño de ecobarrios y permacultura y un mercadillo orgánico que se pone en la plazoleta del higuerón todos los sábados por la mañana para vender sus productos orgánicos y promover un sistema de economía circular.

EcoBarrios
COLOMBIA

Ilustración 54. Logo del proyecto.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De las montañas serpenteando llegas
Tú cristalino y burbujeante río
Trayendo en tus aguas el rocío
Que orgulloso a sus pies entregas

Anónimo. (Fragmento)

VARIABLES

A. Sistemas de reultilización del agua

B. Rehabilitación en el diseño urbano

C. Resiliencia climática

D. Transformación social

E. Activación económica

F. Solución a los problemas de inundabilidad

G. Energías renovables obtenidas del agua

H. Restauración ecológica y balance hídrico

I. Rehabilitación de viviendas

KRONSBERG, ALEMANIA



PROYECTOS EXPERIENCIALES DE INTEGRACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL

Los proyectos que se estudiaron en los países de España, Perú y Colombia iniciaron como proyectos piloto de investigación en barrios con problemas socioeconómicos. Estos proyectos buscan ayudar a poblaciones en estado de vulnerabilidad. Capacitando a la población para enseñarles una fuente de ingreso para ellos y que al mismo tiempo se beneficie el barrio en general.

Con estos proyectos se observa un interés en la reactivación económica, la inclusión social, la educación y la capacitación ambiental. Fueron programas muy bien acogidos por la comunidad; desde la acuaponía, la producción de compostaje a partir de residuos orgánicos y aguas residuales, y la recolección de aguas pluviales y huertos urbanos. Fueron proyectos liderados en su mayoría por mujeres que aprendieron de economía circular y que en actualidad se encuentran en un estado similar de estabilidad y crecimiento.

1. Infiltración del agua lluvia en la mayor medida que se pueda en el lugar, para reducir la carga sobre el sistema de saneamiento convencional.

2. Creación de una cadena de biotopos. Cada parcela tiene un gran porcentaje de zona blanda.

3. El agua es el elemento principal de diseño urbano del barrio.

4. Se diseña un parque a partir de experiencias sonoras con el agua.

5. Sistema abierto de aguas pluviales.

6. Autosuficiencia energética.

7. Incorporación de estrategias bioclimáticas en la construcción de las viviendas.

5.1. RESULTADOS. MÉTODO DE MEDIDA: COMPARATIVO

AUGUSTENBORG, SUECIA	HAMMARBY, SUECIA	ECOVILLAGE, ALEMANIA
		

Aspectos relevantes de cada uno de los casos de estudio:

1. Transformación social positiva.

2. Activación de nuevos comercios y empresas locales.

3. Creación de la casa del reciclaje y mejora en el manejo de los residuos.

4. Sistema abierto de aguas pluviales.

5. Incorporación de techos verdes en el proceso de retención de las aguas pluviales.

6. Creación de un centro de investigación de techos verdes.

7. Producción del 80% de la demanda de energía + producción de Biogás.

8. Creación de talleres medioambientales y de gestión de aguas.

9. Participación ciudadana.

10. Rehabilitación de viviendas para mejorar su eficiencia energética.

1. Producción de energía a través de las aguas residuales: Hidrógeno verde.

2. Separación y aprovechamiento de residuos orgánicos.

3. Todas las aguas pluviales se gestionan directamente en el barrio.

4. Centro de investigación de tratamiento de aguas residuales.

5. Agua como elemento de diseño.

6. Sistema abierto de aguas pluviales (las aguas lluvia también son tratadas en los estanques antes de ser devueltas al mar).

7. Participación ciudadana.

8. Talleres medioambientales y de cuidado y conservación del agua.

9. Activación económica.

10. Creación de atractores urbanos acuáticos

1. Aprovechamiento de todas las aguas.

2. Proyectos de jardinería urbana.

3. 50% del suelo es permeable.

4. Infiltración del agua lluvia en lugar para reducir la carga sobre el sistema de saneamiento convencional.

5. Incorporación de techos verdes en el proceso de retención de las aguas pluviales.

6. Todas las aguas lluvias se devuelven al medio natural y las aguas grises y negras se les da un aprovechamiento productivo.

7. Participación ciudadana.

8. Programas piloto de hidropónicas.

9. Taller de educación y capacitación ambiental

10. Arquitectura sostenible

5.2. CONCLUSIONES

Existen múltiples desarrollos y patentes al rededor del mundo; sin embargo, no se deben de adoptar en forma ciega, por lo contrario, es necesario cruzar estas patentes con un análisis selectivo de las necesidades específicas del lugar. Por ende, la manera correcta de trabajar, cuando se trata un problema que tiene unas características locales, pero se quiere, por otro lado, observar casos que se han implantado en otros territorios, la metodología razonable es la que se ha aplicado en esta investigación, que ha consistido en un proceso de identificación de una matriz de trabajo con características clave, que se buscan posteriormente en la selección de los casos de estudio.

Primero se ha realizado un estudio de la ciudad de Cali, con el cual se obtuvo un DAFO, que permitió la toma de decisiones en cuanto a la manera de analizar los casos de estudio, y concretar en lo que se estaba buscando de ellos.

A continuación se enlistaran las características particulares que se han tenido en cuenta a la hora de la selección de casos de estudio:

- Análisis de referentes que estén en una escala de barrio.
- Proyectos que integren la planificación de paisajes adaptados a la crisis climática y al lugar, al diseño del agua y de las infraestructuras verdes. Teniendo como objetivo el agua como elemento de diseño.
- Eco barrios que hayan solucionado problemas de inundaciones, relacionados con el sistema de drenaje y escorrentías. Además, de haber realizado una solución para este problema basada en la regeneración urbana, a través de la colaboración interdisciplinar integrada. Priorizando los barrios que apliquen sistemas de drenaje, escorrentía, canalización y captación de aguas pluviales que apueste por el ciclo integral del agua.
- Los barrios que tengan un proceso de participación ciudadana considerable en el desarrollo de la planificación urbana, además de cooperativas vecinales y capital social. Se priorizará por aquellos barrios que hayan tenido una trasformación social y económica relevante.
- Se valorará positivamente los proyectos autosuficientes que practiquen la economía circular y que dentro del aprovechamiento del agua se produzca energía renovable.
- Además, se buscarán experiencias urbanas en zonas vulnerables, en las que se hayan formado comunidades, cooperativas o asociaciones que traten el agua como una oportunidad productiva; social, económica y ambientalmente. Estas comunidades deberán ser actuales y un referente de resiliencia.

ESTRATEGÍAS

Una vez analizados los casos de estudio bajo el paraguas de las características claves, se han obtenido una serie de estrategias de proyecto con las cuales se debe de trabajar a la hora de desarrollar un proyecto urbano en la cuenca del río Cali:

1. Visión Holística

Para empezar, la gestión del agua en la ciudad debe de ser tratada imprescindiblemente desde una visión holística, el agua es vida y, por lo tanto, tiene una gran capacidad de transformación integral. Es importante reconocerla como una palanca de cambio y un actor principal en la creación de un imaginario colectivo.

No es coincidencia que el factor en común que se observó en todos los casos de estudio, fue la visión integral del agua desde el principio del desarrollo de los proyectos, porque una estrategia holística, que considera todos los factores directa e indirectamente relacionados tiene mayores probabilidades de obtener un resultado satisfactorio.

De esta forma, a la vez que se realice la correcta gestión integral del agua urbana para la conservación del subsuelo y evitar posibles inundaciones, también vendrán de la mano, simultáneamente oportunidades económicas, sociales, ambientales y educativas. Por lo tanto, esto es clave para que el agua pase de ser, uno de los mayores problemas que padece la ciudad de Cali, a que sea parte de su identidad local, para crear una red de agentes y operaciones integrales que interactúen y trabajen en pro de un bien común.

2. Paisajes urbanos multidisciplinares que sean resilientes frente a la crisis climática

Por otro lado, Cali al igual que es el resto del planeta, Cali está ante una emergencia climática y existe una necesidad real de realizar una gestión integral del agua en las zonas urbanizadas para crear paisajes urbanos multifuncionales, que concedan múltiples aprovechamientos para la comunidad a través del agua, pero que al mismo tiempo resistan las inundaciones y sean resilientes ante el cambio climático y el rápido crecimiento urbano que se está generando en la ciudad.

3. Economía productiva y participativa

De esta forma, sería recomendable pasar de una gestión técnica liderada por ingenieros y científicos a una gestión multidisciplinar para hacer frente a oportunidades derivadas de la captación de aguas pluviales in situ; como la regeneración urbana, el enriquecimiento del paisaje urbano, la renaturalización de la ciudad, el control de residuos orgánicos, la producción de energías renovables (solar, eólica, Bío gas) en el lugar a través de comunidades energéticas y el abastecimiento y tratamiento del agua localmente.

Por lo tanto, es de suma importancia en la ciudad de Cali un desarrollo urbano sostenible, teniendo en cuenta la implicación y participación de diferentes agentes, (vecinos, gobernanza, administración, inversores, técnicos, etc.) además de un proceso simultáneo de capacitación y educación ambiental y de manejo de fuentes hídricas de la población, a través de talleres, organizaciones cooperativas, etc.; para rediseñar y re naturalizar el paisaje urbano, respetando el ciclo hidrológico natural del agua y creando una identidad cultural y despertar del sentido de pertenencia y amor por los recursos hídricos y naturales de la ciudad. El agua debe de ser el eje para el ordenamiento territorial, se debe de mirar hacia alternativas que conserven y recuperen las fuentes hídricas del municipio y pasar de una economía extractiva a una economía productiva y colaborativa.

Para profundizar en la incorporación de proyectos que traten al agua como una oportunidad productiva, como es el caso de la acuaponía, la producción de compostaje en Ecovillage y la producción de Bíogas en Hammarby y Augustenborg. Todos estos proyectos piloto de investigación realizados en estos ecobarrios han dado paso a numerosos beneficios para las comunidades, y es de suma importancia incorporar en una ciudad como Cali con grandes problemas de socioeconómicos un nuevo concepto de economía circular, e interacciones interdisciplinares.

4. Retener para infiltrar

Así mismo, se tiene que hacer frente a los problemas diagnosticados de la cuenca hidrográfica del río Cali y para esto es vital la aplicación los sistemas hidráulicos de retención e infiltración de agua local, como en los casos de estudio. Por ejemplo, la captación y retención de aguas pluviales en la mayor medida de lo posible en el lugar para evitar el sobre trabajo de la red de saneamiento de la ciudad, que ya se encuentra saturada en temporadas de lluvia y teniendo en cuenta que además esta zona se encuentra en estado de amenaza por inundación. Por ello, sería interesante ver a Hammarby la manera en que gestiona todas sus aguas pluviales adentro del barrio, recogiendo las aguas, tratándolas en los estanques ecualizadores y luego devolviéndolas a los cursos de agua, para conservar las fuentes hídricas; o el caso de Kronsberg que retiene e infiltra las aguas pluviales por medio de la patente Mulden – Rigolen. Todo este proceso de escorrentías al igual que los otros barrios, se realiza superficialmente generando nuevos espacios de recreación, aprovechamiento e interacción con el agua, además de enriquecer el paisaje urbano del barrio.

No obstante, es preciso la consideración de la escala territorial, para el manejo de escorrentías provenientes del Parque Nacional Natural Los Farallones, que hacen parte de la cordillera occidental de los Andes Colombianos, en su llegada a la ciudad de Cali, porque esta estrategia a escala mayor condiciona el éxito de la retención e infiltración insitu. Por ende la gestión de aguas a escala territorial podría configurarse en otra posible línea de investigación.

5. Renaturalización del paisaje urbano

Así mismo, una de las estrategias que supondría un gran beneficio para Cali serían las cubiertas verdes empleadas en Augustenborg, ya que Cali además de sus fuertes lluvias, tiene un clima tropical húmedo que también presenta altas temperaturas, y las cubiertas ecológicas contribuirían a ser el primer filtro de retención de precipitaciones, brindar un mayor confort térmico en el interior de los espacios y ser un elemento ornamental. Sin embargo, cualquier aplicación que se limite únicamente a esta acción sería endogámica y no daría una solución real.

Por otra parte, el renaturalizar los barrios y aplicar junto a las cubiertas verdes el nuevo concepto de ciudad jardín que hace Kronsberg, traería múltiples beneficios a la zona de San Vicente, ya que este barrio presenta deficiencia arbórea y poco suelo permeable, al igual que la mayoría de barrios en la cuenca del río Cali. De igual forma es imprescindible incorporar a esas nuevas zonas verdes, sistemas de retención y filtración de aguas lluvia insitu, que podrían ser de mayor o menor escala, de acuerdo a las necesidades. Teniendo en cuenta que el objetivo es la regulación en la mayor medida de lo posible de las aguas pluviales; porque de lo contrario, si no se incorporan sistemas de retención, resultaría siendo una solución cortoplacista.

De igual forma, no se puede garantizar que en todas las zonas urbanas de la cuenca del río Cali haya suelo disponible para renaturalizar por lo tanto, es una estrategia muy condicionada que se debe de aprovechar al máximo cuando se tiene la posibilidad.

Además, es relevante resaltar que esas infraestructuras verdes y azules podrían dar lugar a nuevas oportunidades, y por ende sería recomendable la aplicación de nuevos labores de piscicultura, agricultura urbana intensiva, floricultura, entre otros; que brindarían nuevos puestos de trabajo dentro del barrio, para la comunidad.

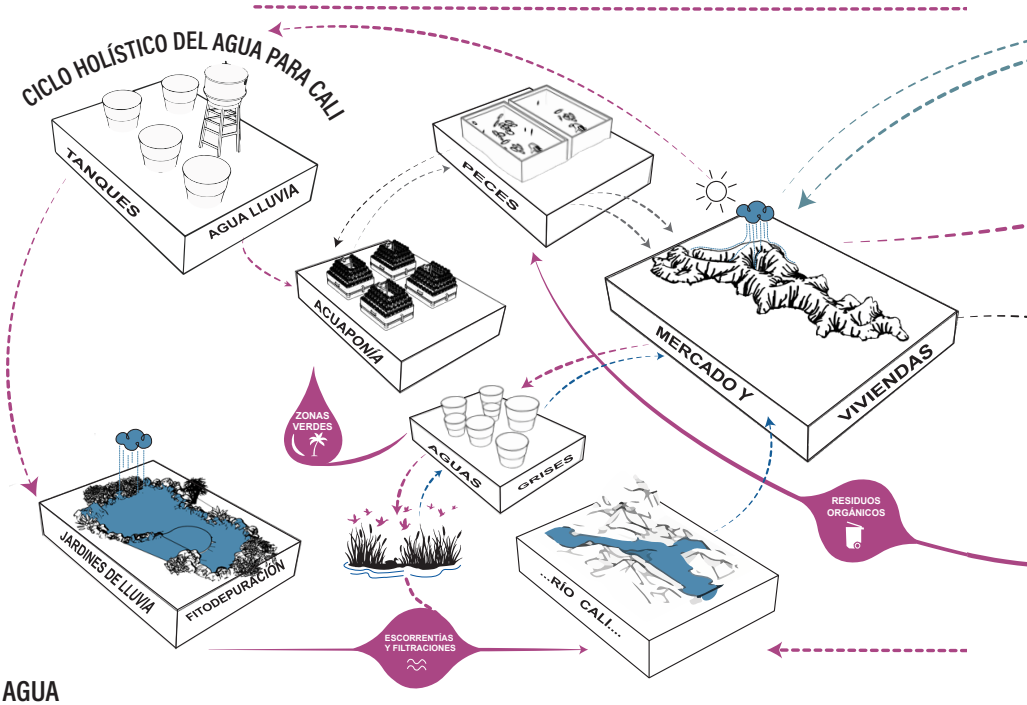
6. Estrategias territoriales e incorporación de sistemas hidráulicos ancestrales

Es importante la incorporación de estrategias territoriales que pudiesen involucrar la incorporación de sabidurías ancestrales indígenas, como es el caso de los incas con la creación de las amunas (sistema de siembra y cosecha de agua), ya que esto aportaría valor histórico y cultural a la aplicación. Además, los incas trataban las escorrentías de agua desde el entendimiento de las laderas, para la prevención de avalanchas e inundaciones, como consecuencia de la presencia de la cordillera de los Andes y sus complicaciones climatológicas que eso genera. Ya que, sin una consideración a escala de territorio, cualquier estrategia concebida a escala barrial, no será suficiente para la gestión integral del agua, porque es necesario que cuando llegue el agua a la ciudad, sea de forma tamizada y moderada, y de esta forma las estrategias locales en el ámbito de barrio pueden desarrollarse correctamente. Porque la gestión del agua deber de tratarse a través de una solución integral, en armonía con el medio natural.


Indispensable
Recomendable
Aportación de valor
Consideración de la escala territorial
Visión holística
Participación, capacitación e interacción de diferentes agentes
Retención e infiltración en el lugar
Paisajes urbanos resilientes
Economía productiva y participativa
Renaturalización del suelo urbano
Incorporación de sistemas ancestrales
Cubiertas ecológicas
Estrategia condicionada por otra
Estrategias relacionadas



Plano 25. Plano síntesis propositivo del sistema abierto de gestión de agua superficial para el barrio San Vicente, Cali. Elaboración propia.



AGUA

Las aguas pluviales son recogidas y almacenadas en estanques superficiales o humedales y en los edificios, de esa forma el excedente de agua es canalizado hasta zonas blandas para ser filtrado de forma natural, posteriormente el agua limpia recolectada por los tanques de almacenamiento de agua lluvia (Tanques de tormenta) distribuye el agua a varios propósitos de uso residencial y colectivo como es el caso de los nichos de acuaponía cuando sea necesario.

Por otro lado, las aguas negras son derivadas por un sistema de saneamiento independiente a la central de hidrógeno verde para la obtención de lodos para ser usado posteriormente en la producción de biogás y luego el agua depurada es devuelta al río Cali.

Así mismo, las aguas grises son separadas y depuradas por un sistema de fitodepuración para ser utilizadas después para riego y en algunos usos de los edificios.

BASURA

Los desechos domésticos se clasifican en diferentes categorías para ser reutilizados en diferentes áreas y los desechos orgánicos se utilizan como fertilizantes y compost y los bioresiduos que no sean usados para la realización de compost se derivan a la planta de tratamiento de aguas residuales para ser usado en la producción lodos que generen hidrógeno verde.

5.3. ESQUEMAS PROPOSITIVOS

DIAGRAMA DE CICLO HOLÍSTICO PARA LA CIUDAD DE CALI

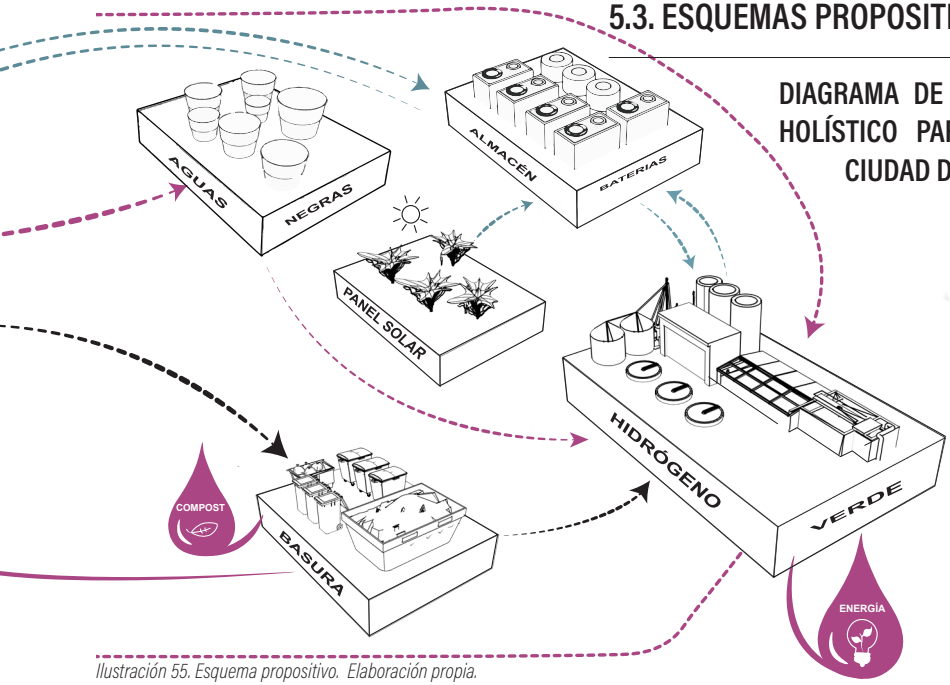


Ilustración 55. Esquema propositivo. Elaboración propia.

COMIDA

Las acuapónicas tienen la capacidad de hacer crecer los cultivos hasta 10 veces más rápido que la agricultura terrestre convencional y utiliza un 98% menos de espacio, además de necesitar un 90% menos de agua, lo cual es realmente importante porque el 70% del consumo global de agua es usado para la agricultura causando sequía de ríos y Cali no es la excepción, en la ciudad la inmensa cantidad de agua que se utiliza para regar los campos de caña de azúcar proviene del río Cauca.

Por otro lado, estas acuapónicas urbanas brindarán al ámbito frutas y vegetales frescas para los hogares y al ser un huerto dentro del ámbito elimina el transporte de alimentos.
Las acuapónicas urbanas sugieren un modelo de economía circular y en armonía con los recursos acuosos que otorga comida 100% orgánica, además los jardines y vegetación de temporada
Producirán una gran variedad de productos para los hogares, así mismo el pescado se estaría promocionando como principal fuente de proteína y posible comercialización con otros sectores.

ENERGÍA

Se obtendrá energía solar por medio de paneles solares fotovoltaicos instalados en edificios terciarios y captadores urbanos que posteriormente se distribuirán para el alumbrado público y al Almacén de baterías para ser después llevada a la planta de tratamiento de aguas residuales y producir Hidrógeno verde.

El Hidrógeno Verde producido será transportado nuevamente al Almacén de baterías y almacenado en tanques a presión -400° para ser distribuido a los edificios y al barrio cuando sea necesario.

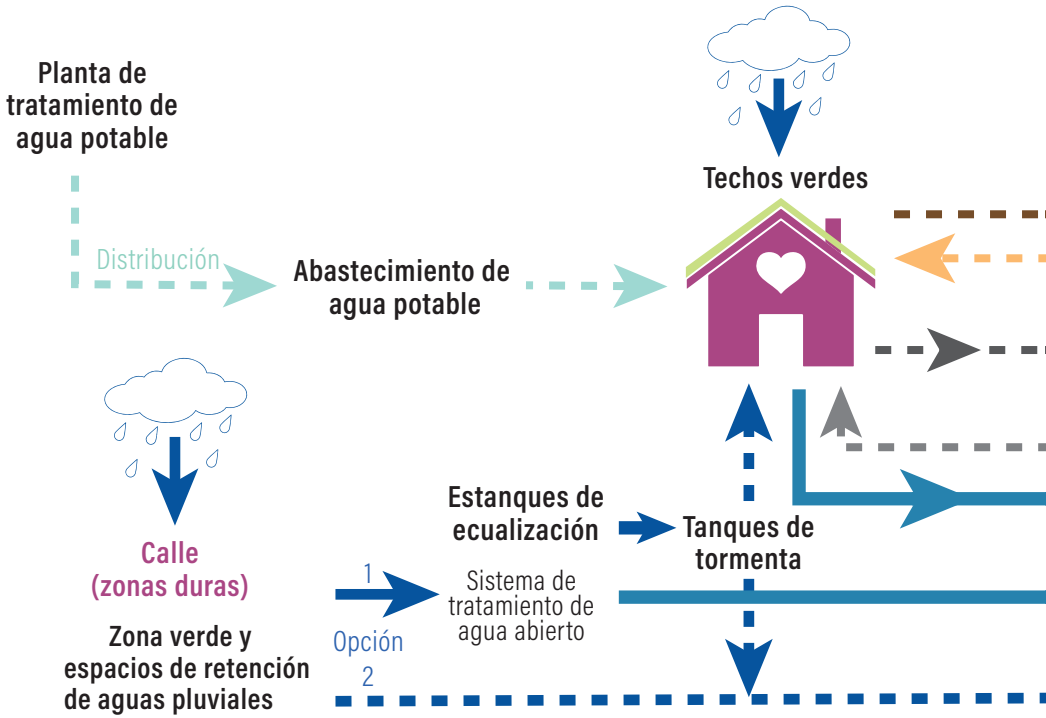
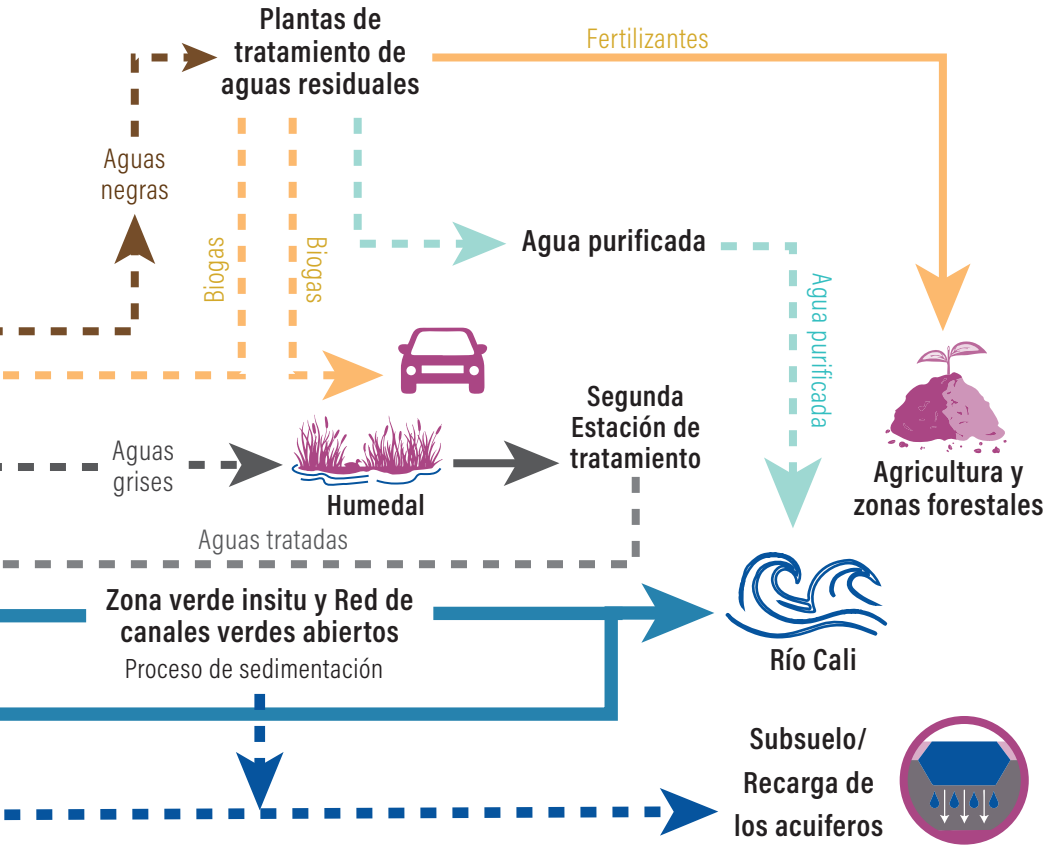

Planta de tratamiento de agua potable
Distribución
Abastecimiento de agua potable
Techos verdes
Calle (zonas duras)
Zona verde y espacios de retención de aguas pluviales
Estanques de ecualización
Tanques de tormenta
1
Opción
2
Sistema de tratamiento de agua abierto

DIAGRAMA DE FLUJOS DE AGUA PROPUESTO PARA EL BARRIO SAN VICENTE



CALI HYDROSCAPE

BARRIOS DE AGUAS RESILIENTES

Plan estratégico de resiliencia climática para el barrio San Vicente





Ilustración 56. Render vista de paisaje productivo acuático. Acuaponía . Elaboración propia.

6. BIBLIOGRAFÍA

De las montañas serpenteando llegas
Tú cristalino y burbujeante río
Trayendo en tus aguas el rocío
Que orgulloso a sus pies entregas

Anónimo. (Fragmento)

BIBLIOGRAFÍA

ANCESTRAL, S., AL, U. C. E. L. A., & CLIMÁTICO, C. IAHR AIIH XXVII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA LIMA, PERÚ, 28 AL 30 DE SETIEMBRE DE 2016. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2018). ***CAUDALES ESPECÍFICOS PARA LAS CUENCAS EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA***. Recuperado de https://www.academia.edu/35590866/INFORME-FINAL-CAUDALES-ESPEC%C3%8DFICOS_PARA_LAS-CUENCASEN-EL-DEPARTAMENTODEL

Climate Adapt. (2020). Gestión de aguas pluviales urbanas en Augustenborg, Malmö. Recuperado de https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/urban-storm-water-management-in-augustenborg-malmo

Coates, G. J. (2009). The city as garden: a study of the sustainable urban district of Kronsberg (Hannover), Germany. Documentation Set, 57, 1-14.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2017). EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA, VALLE DEL CAUCA -2017.

EMCALI. (2020). Plan maestro de acueducto y alcantarillado de Santiago de Cali- 2020. Recuperado del departamento de planeación.

EUSSE, O., GARZÓN, J., HENAO, A., JIMÉNEZ, N. (Ed.). (2019). Atlas histórico de Cali. Siglo XVIII – XXI. Cali, Colombia: Velásquez Digital S.A.S.

Distrito de Kronsberg. (2010). *Manual de diseño del distrito Kronsberg.* Recuperado https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0511241.pdf

Feilberg, M., & Mark, O. (2016). Integrated urban water management: Improve efficient water management and climate change resilience in cities. Sustainable water management in urban environments, 1-32.

González, M. L. G., Escobar, Y. C., & Jiménez, H. (2007). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. Ingeniería y competitividad, 9(1), 19-29.

GOLUBOFF, M. (2010). *Sostenibilidad distrito Kronsberg Hannover.* Universidad de A Coruña. Recuperado de: https://myriamgoluboff.files.wordpress.com/2017/05/myriam-goluboff-sost-3-2010masteretsa.pdf

JIMÉNEZ, N. (2005). Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950- 2000 (Tesis de grado). Universidad del Valle, Cali.

Malmö Stad. (2021). *Augustenborg: un banco de pruebas ecológico para la conversión sostenible.* Recuperado de https://malmo.se/Stadsutveckling/Tema/Hallbara-stadsdelar/Augustenborg---en-gron-testbadd-for-hallbar-omstallning.html

Martos-Rosillo, S., Durán, A., Castro, M., Vélez, J. J., Herrera, G., Martín-Civantos, J. M., ... & Peña, F. (2021). Ancestral techniques of water sowing and harvesting in Ibero-America: Examples of hydrogeoethical systems. In Advances in Geoethics and Groundwater Management: Theory and Practice for a Sustainable Development (pp. 489-492). Springer, Cham.

MOTTA, N. (2014). Ocupación y poblamiento de la cuenca hidrográfica del río Cali. (Tesis de maestría).Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5839893

MONTOYA, H.A. (1998). Caracterización Fisiográfica e Hidrológica: Cuenca Hidrográfica del Río Cali. Cali, Colombia: Ingeniería y competitividad.

Rodriguez, S. (2014). Ekostaden: Un proyecto de regeneración urbana en el barrio de Augustenborg, Malmö. Experiencias, (XLVI).

Rumming, Karin. (Ed.). (2012). *Hannover- Kronsberg 15 years experience with a sustainable model project.* Hannover, Alemania: V.i.S.d.R.

Stadtentwasserung Hannover. (2007). *Wasserkonzept kronsberg.* Recuperado de https://www.hannover.de/content/download/20805/file/Brosch%C3%BCre%20Wasserkonzept%20Kronsberg.pdf

SEVILLANO, M.E. (2020, 03, 26). Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. Revista internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica.

Tarrida., M. (2010). *Aprender sobre las cubiertas verdes urbanas a través del caso Augustenborg.* (Tesis de máster). Universidad de catauña. Barcelona, España.

Verne, J. (1934). Isla Misteriosa, la. Libresa.

Wong, T. H., & Brown, R. R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. Water science and technology, 60(3), 673-682.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Capitulo 1. Introducción

1. Fuerte precipitación en la ciudad de Cali. (El País, 2018). Fuente https://www.elpais.com.co/cali/los-efectos-atipicos-que-estan-generando-las-lluvias-de-este-mes-en-y-el-valle.html

2. Río Cauca cerca al embalse de la Salvajina. (Universidad del Valle, 2017). Fuente: https://www.univalle.edu.co/universidad-y-region/novedoso-sistema-de-agua-potable-para-cali

3. Asentamientos informales sobre el dique del Río Cauca que bordea el oriente de Cali. (Revista Semana, 2017). Fuente: https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/jarillon-de-cali-podria-fallar-por-fuerte-invierno-y-repetir-tragedia-de-mocoa/37483/

4. Río Cauca turbio por lluvias. (Alcadía de Santiago Cali, 2016). Fuente https://www.cali.gov.co/alcaldenlinea/publicaciones/111241/turbiedad_en_rio_cauca_causa_alteraciones_en_suministro_de_agua_potable/

5. Río Cali iniciando su recorrido en suelo urbano. (Wikipedia, 2008). Fuente https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Rio_Cali.JPG

6. En el Guabito a Juanchito. Viviendas en alto peligro de colapsar debido a las lluvias. (Comunidad Cali Viejo, 1938). Fuente: https://www.facebook.com/carlosalbertovargasu/

7. En el caserío Juanchito. Momento en que una familia abandona su hogar debido a las inundaciones. (Comunidad Cali Viejo, 1950). Fuente: https://es-la.facebook.com/carlosalbertovargasu/photos/el-charco-del-burro-fotos-antiguas-de-santiago-de-cali-el-porqu%C3%A9-desaparecio-el-/439784542853273

8. En la calle 16 con carrera 34, barrio Cristobal Colón, las aguas llegaron a un nivel de 60 centimetros de altura. Las alcantarillas no pudieron gestionar la gran cantidad de agua. (1984). Fuente: https://es-la.facebook.com/carlosalbertovargasu/photos/el-charco-del-burro-fotos-antiguas-de-santiago-de-cali-el-porqu%C3%A9-desaparecio-el-/439783426186718

9. Inundaciones en el norte de la ciudad. (2015). Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=IzelZIYo4-E

10. Vivienda inundada en el nororiente de la ciudad. (2017). Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=9aAZWYg2J1Y

11. Colapso del canal lluvia. (2021). Fuente: https://www.elpais.com.co/multimedia/videos/cali-se-inundo-impactantes-imagenes-de-la-emergencia-invernal-2021.html

12. Iglesa inundada debido a fuerte lluvia en Cali. (2022). Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=3lLctmyJ3KQ

13. Inundaciones en el Barrio el Guabal. (1971). Fuente: https://www.elpais.com.co/cali/emergencias-en-varios-sectores-de-tras-fuertes-lluvias-en-la-noche-de-este-sabado.html
En norte de la ciudad. Al lado del centro comercial Chipichape (1994). Fuente:

14. Mapa de Sur América. Elaboración propia.

15. Sistema waru waru. (Guía tecnológica de producción de alimentos, 2020). Fuente: https://www.louvaincooperation.org/sites/default/files/2020-08/143b.%20Gu%C3%ADa%20
16. Educativa-Tecnolog%C3%ADas%20de%20Producci%C3%B3n%20con%20enfoque%20de%20Seguridad%20Alimentaria%20%28tercer%20ano%29-anexo.pdf

17. Funcionamiento de las amunas, Perú. (Aquafondos, 2021). Fuente: https://aquafondo.org.pe/amunas/#:_:text=Las%20amunas%20son%20un%20sistema,permite%2C%20que%20las%20comunidades%2C%20a

18. Andenes del Imperio Inca en Machu Picchu, Perú. (Aquafondos, 2017) Fuente: https://www.freepik.es/fotos-premium/estructuras-terrazas-o-andenes-imperio-inca-machu-picchu-cusco-cuzco-peru25061739.htm

19. Sistemas hidráulicos pre incas e incas. (gsagua, 2019). Fuente: https://gsagua.com/category/sistemas-hidraulicos-incas/

Capitulo 3. Marco contextual

20. Plano de Cali 1958 (Atlas histórico de Cali, 2019). Fuente: Atlas histórico de Cali. Siglo XVIII – XXI. Cali, Colombia: Velásquez Digital S.A.S.

21. Gráficos del clima de Cali. Media anual. Fuente : Meteonorm y Ecotec.

Gráfica clasificación clases sociales en Cali. Fuente: https://www.calicomovamos.org.co/informe-calidad-de-vida

23. Barrio de Kronsberg. Elaboración propia a partir de una fotografía de la tysmagazine. Fuente: https://tysmagazine.com/kronsberg-ecobarrio-hannover/

24. Estanque de retención en patio residencial. (Gary J. Coates, 2009). Fuente: https://www.acsa-arch.org/docs/default-source/documents/dp-coates-opt.pdf?sfvrsn=2

25. Calle Norte-Sur con el Sistema de Canal Biológico Mulden-Rigolen. (DREISEITL consulting, 2002). Fuente: https://www.dreiseitlconsulting.com/hangalleen-hannover-kronsberg

26. Boulevard con drenaje sostenible diseñado por Herbert Dreisetl. (Gary J. Coates, 2009). Fuente:https://www.acsa-arch.org/docs/default-source/documents/dp-coates-opt.pdf?sfvrsn=2

27. Canaleta con ampliación de sonido. Fuente: Informe expo 2000

28. Patio con vistas al este. (Gary J. Coates, 2009). Fuente: https://www.acsa-arch.org/docs/default-source/documents/dp-coates-opt.pdf?sfvrsn=2

29. Drenaje urbano y paneles solares fotovoltaicos. (Gary J. Coates, 2009). Fuente: https://www.acsa-arch.org/docs/default-source/documents/dp-coates-opt.pdf?sfvrsn=2

30. Diagrama de flujos de agua del barrio Kronsberg. Elaboración propia.

31. Gráfico de porcentajes. Elaboración propia a partir de ecovillage hannover. Fuente: https://www.ecovillage-hannover.de/standort-kronsberg/ab-wasserkonzept

32. Barrio de Augustenborg. Elaboración propia a partir de una fotografía de Urban green blue grids. Fuente: https://www.urbangreenbluegrids.com/

33. Estanques de retención de agua temporal.(Tor Fossum) Fuente: https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76297/46668

34. Canal y Estanque ajardinado ornamental. (Tor Fossum).Fuente: https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76297/46668

35. Estanque de agua de lluvia para amortiguar y purificar aguas contaminadas. (André Vaxelaire,)

36. Casa del reciclaje con cubierta verde y paneles solares. (Tor Fossum). Fuente: https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76297/46668

37. Diagrama de flujos de agua del barrio Augustenborg. Elaboración propia.

38. Hammarby. Elaboración propia a partir de una fotografía de Archdaily. Fuente: https://www.archdaily.pe/pe/799017/estocolmo-ya-tiene-su-primer-barrio-sustentable-y-desde-los-90

39. Modelo Hammarby, Eco-Cycle. (Administración de planificación de la ciudad de Estocolmo, 2009). Fuente: http://web.worldbank.org/archive/website01419/WEB/IMAGES/CITYS-2.PDF

40. Estanque ecualizador de aguas pluviales. (El País, 2017). Fuente: https://elpais.com/elpais/2017/03/02/seres_urbanos/1488455426_025422.html

41. Boulevard y estanque ecualziador de aguas pluviales. (Archdaily, 2016). Fuente: https://www.archdaily.pe/pe/799017/estocolmo-ya-tiene-su-primer-barrio-sustentable-y-desde-los-90

42. Boulevard. (Archdaily, 2016). Fuente: https://www.archdaily.pe/pe/799017/estocolmo-ya-tiene-su-primer-barrio-sustentable-y-desde-los-90

43. Diagrama de flujos de agua del Eco barrio Hammarby. Elaboración propia.

44. Ecovillage. Elaboración propia a partir de la web oficial de Ecovillage. Fuente: https://www.ecovillage-hannover.de/standort-kronsberg

45. Render de plaza central y jardines de lluvia. (Cityförster, 2021). Fuente: https://www.cityfoerster.net/projects/ecovillage_hanover-374-2.html

46. Render del interior de la eco aldea. (Cityförster, 2021)

47. Diagrama de flujos de agua de Ecovillage. Elaboración propia.

48. Gráfico de porcentajes. Elaboración propia a partir de ecovillage hannover. Fuente: https://www.ecovillage-hannover.de/standort-kronsberg/ab-wasserkonzept

49. Acuaponicas. Elaboración propia a partir de fotografía de El País. Fuente: https://elpais.com/elpais/2015/07/01/planeta_futuro/1435761050_467308.html

50. Logo del proyecto. (Janes walk, 2015). Fuente: http://janeswalksevilla.com/listing/el-milagro-de-los-peces/

51. Andrea una de las fundadoras en una visita guiada. Elaboración propia a partir de fotografía de Canal Ipe. Fuente: https://www.canalipe.tv/noticias/ecologia/lombriz-feliz-estas-mujeres-transforman-basura-en-oro

52. Logo del proyecto. https://www.canalipe.tv/noticias/ecologia/lombriz-feliz-estas-mujeres-transforman-basura-en-oro

53. Huerto en azotea. Elaboración propia a partir de fotografía de El País. https://www.elpais.com.co/cali/500-kilos-de-residuos-solidos-se-recolectaron-en-jornada-ambiental-en-el-norte-de.html

54. Logo del proyecto. Fuente: https://fundaburbujas.org/eco-barrios/

Capitulo 5. Discusión y conclusiones

55. Esquema propositivo. Elaboración propia.

56. Render vista de paisaje productivo acuático. Acuaponía . Elaboración propia.

Capitulo 7. Anexos

57. Esquema producción de hidrogéno verde . Elaboración propia.

58. Gráficos del clima. Media anual. Fuente : Meteonorm y Ecotec.

PÁGINAS WEB

https://idesc.cali.gov.co/geovisor.php

https://www.calicomovamos.org.co/

https://www.hammarbysjostad.se/

https://vaxer.stockholm/omraden/stadsutvecklingsomrade-hammarby-sjostad/

https://www.ecovillage-hannover.de/standort-kronsberg

https://www.eldiario.es/andalucia/peces-huertos-acuaponia-mil-viviendas_1_2538702.html

https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/141580/ecobarrios-transformacion-urbana-de-cali/

7. ANEXOS

7.1. ESQUEMA HIDRÓGENO VERDE

¿COMO SE PRODUCE EL HIDROGÉNO VERDE ?

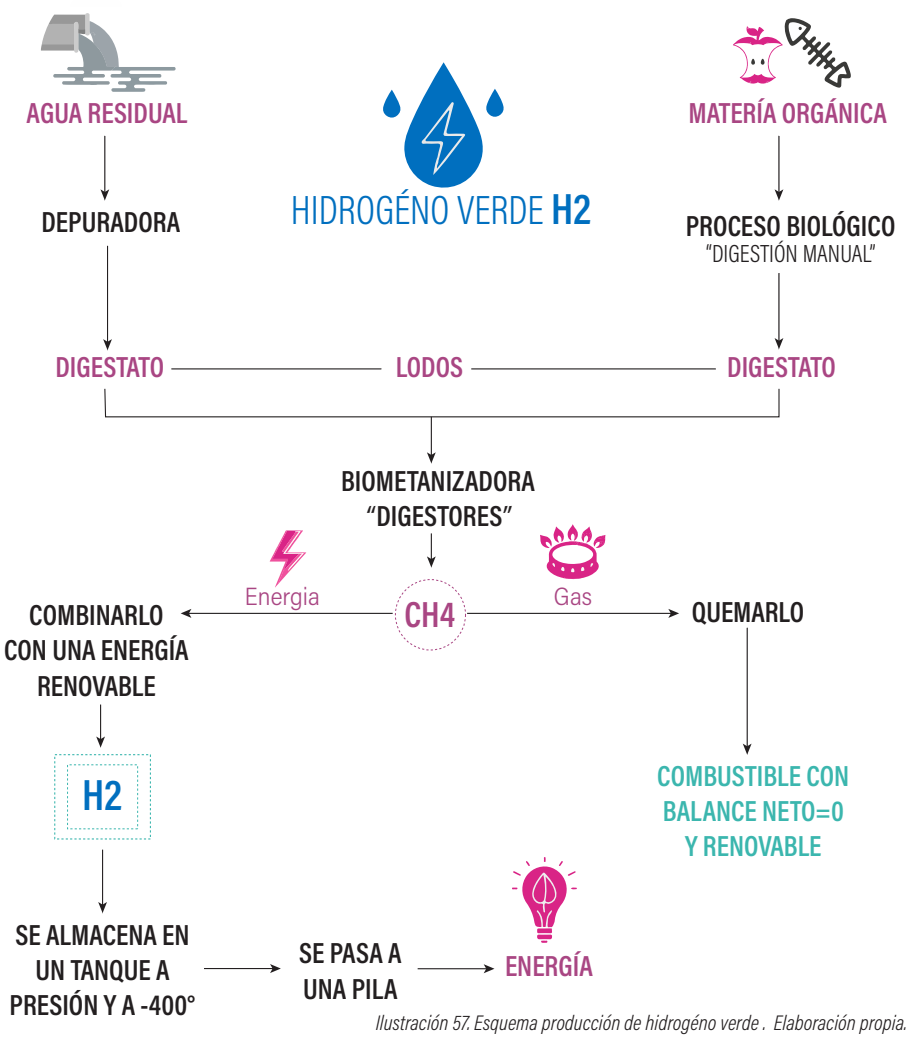
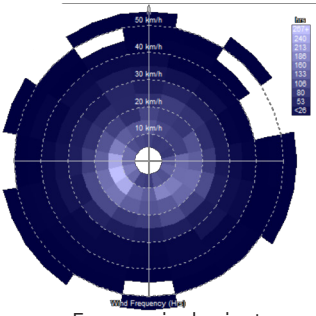
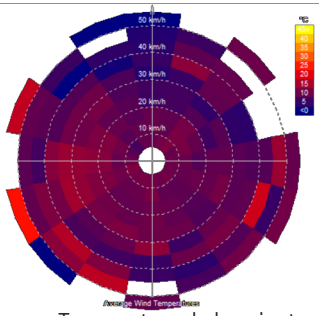


Ilustración 57. Esquema producción de hidrogéno verde . Elaboración propia.

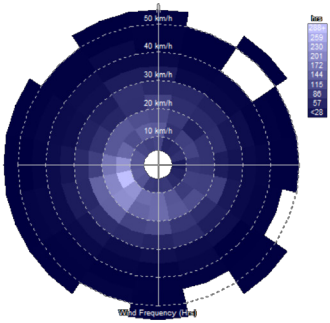
"Sí, amigos míos, creo que un día el agua será un carburante, que el hidrógeno y el oxígeno que la constituyen, utilizados solos o conjuntamente, proporcionarán una fuente de energía y de luz inagotable, con una intensidad mucho mayor que la del carbón; Creo que, cuando estén agotados los yacimientos de carbón, se producirá el calor con agua. El agua es el carbón del porvenir". (Verne, 1934, p.217).



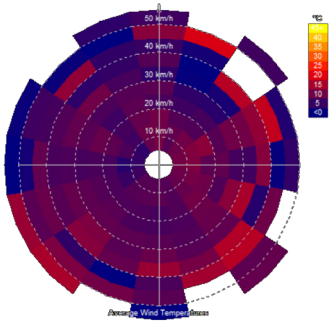
Frecuencia de vientos



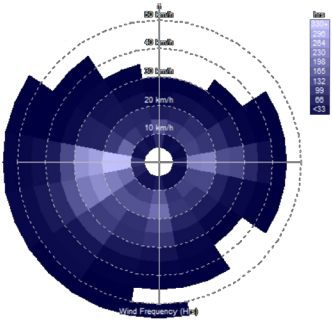
Temperatura de los vientos



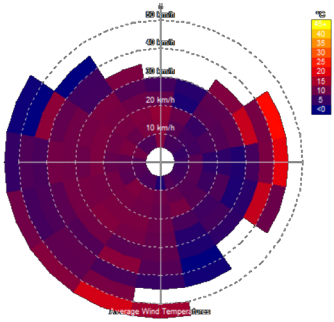
Frecuencia de vientos



Temperatura de los vientos



Frecuencia de vientos

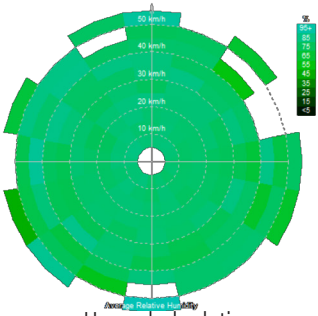


Temperatura de los vientos

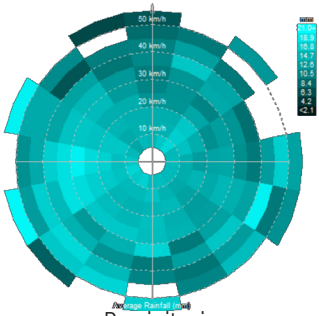
Ilustración 58: Gráficos del clima. Media anual. *Fuente : Meteonorm y Ecotec.*

7.2. GRÁFICOS CLIMÁTICOS DE LAS CIUDADES DE LOS CASOS DE ESTUDIO

MALMO, SUECIA

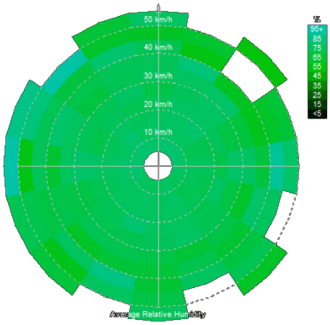


Humedad relativa

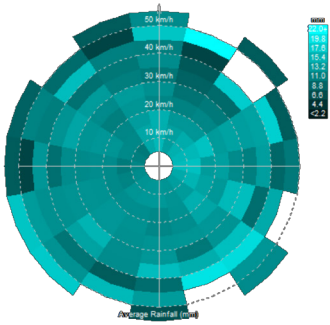


Precipitaciones

ESTOCOLMO, SUECIA

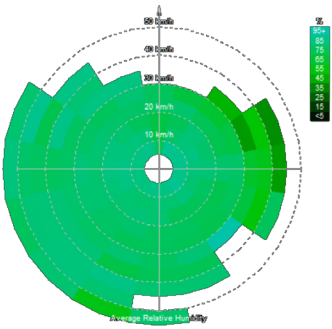


Humedad relativa

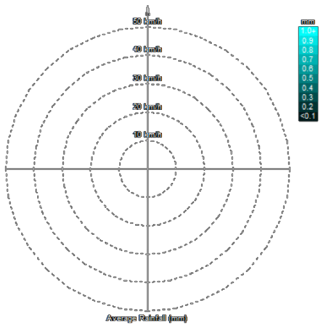


Precipitaciones

HANNOVER, ALEMANIA



Humedad relativa


Precipitaciones

7.3. SUPERPOSICIÓN DE CAPAS

1. PLANO BASE

- LIMITES ADMINISTRATIVOS
- CURVAS DE NIVEL
- CORRIENTES DE AGUA
- CUERPO DE AGUA (Humedales)
- MANCHA URBANA

2. ESTRATIFICACIÓN

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

3. BARRIOS CON TASAS DE INSEGURIDAD ALTA

- HURTOS
- HOMICIDIOS

4. SECTORES HIDRÁULICOS DE ABASTECIMIENTO

- RÍO CALI
- RÍO CAUCA Y PUERTO MALLARINO
- LA REFORMA
- LA RIVERA

5. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO

- LINA NAPOLES (LA REFORMA)
- TUBERIA DE CONDUCCIÓN
- TUBERIA DE TRANMISIÓN SUR (PUERTO MALLARINO)
- TUBERIA DE TRANSMISIÓN ORIENTAL (PUERTO MALLARINO)
- SALIDA SUR (RÍO CAUCA)
- PROPUESTA ZONA DE EXPANCIÓN

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

- ZONA URBANA
- BOCATOMAS
- ESTACIONES DE BOMBEO DEL ACUEDUCTO
- POZOS PROFUNDOS
- POZOS PARTICULARES (Autorizados por el Dagma)
- TANQUES

6. SISTEMA DE SANEAMIENTO

TIPO DE ALCANTARILLADO

- SEPARADO
- COMBINADO

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS

- PTAR DE CAÑAVERALEJO
- PTAR EN ZONAS RURALES
- PTAR SUR PROPUESTA

RED DE SANEAMIENTO

- COMBINADO 53,8%
- AGUAS RESIDUALES 23,4 %
- ESTACIONES DE BOMBEO
- AGUAS RESIDUALES PROPUESTO

- RED PLUVIAL
- 22,8%
- DIQUE

7. ZONAS INUNDABLES

- MEDIO
- ALTO

8. PROFUNDIDAD DE INUNDACIÓN

- BAJA
- MEDIO
- ALTA

10. DENSIDAD ARBÓREA

- MUY BAJA
- BAJA
- MEDIA
- ALTA

9. CUENCAS

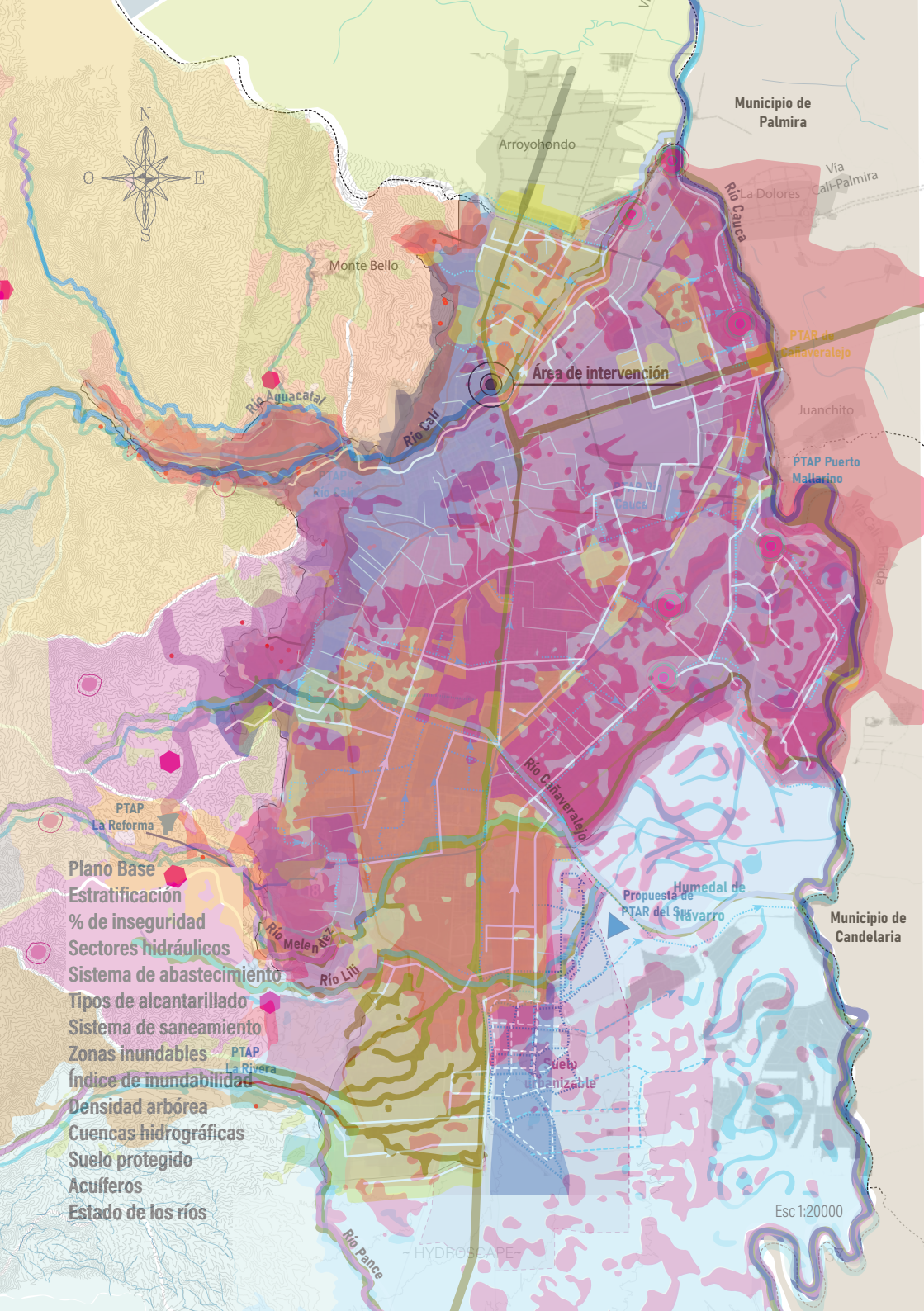
- RÍO CALI
- RÍO MELENDEZ , CAÑAVERALEJO Y LILI
- RÍO JAMUNDÍ
- ARROHONDO
- DAGUA
- ANCHICAYA

11. SUELO DE PROTECCIÓN

- PARQUE NACIONAL NATURAL LOS FARALLONES
- RESERVA FORESTAL PROTECTORA NACIONAL (RÍOS)
- RESERVA NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL
- DISTRITO REGIONAL MANEJO INTEGRADO DE PANCE
- RESERVA MUNICIPAL DE USO SOSTENIBLE DEL MELENDEZ
- RESERVA ECOLÓGICA DISTRITAL CUENCA MEDIA
- SUELO A RECUPERAR DE PROTECCIÓN FORESTAL

12. ACUÍFEROS

- DESCARGA
- RECARGA


N
O
E
S
Municipio de Palmira
Arroyohondo
Vía Cali-Palmira
La Dolores
Río Cauca
Monte Bello
PTAR de Cañaveralejo
Área de intervención
Río Aguacatal
Río Cali
Juanchito
PTAP Puerto Mallarino
Vía Cali-Jamundí
Río Cañaveralejo
PTAP La Reforma
Plano Base
Estratificación
% de inseguridad
Sectores hidráulicos
Sistema de abastecimiento
Tipos de alcantarillado
Sistema de saneamiento
Zonas inundables
Índice de inundabilidad
Densidad arbórea
Cuencas hidrográficas
Suelo protegido
Acuíferos
Estado de los ríos
Río Melendez
Río Lili
PTAP La Rivera
Humedal de Navarro
Propuesta de PTAR del Sur
Suelo urbanizable
Municipio de Candelaria
Esc 1:20000
Río Pance
HYDROSCAPE