

# ADAPTACIÓN DE LAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO, EL CASO DE LOS POLÍGONOS INDUSTRIALES

Trabajo Fin de Grado

Autor: Mateo Bolado García

Tutora: M<sup>a</sup> Rosario del Caz Enjuto

Septiembre de 2019



**ETSAVA**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



## **RESUMEN**

Actualmente, las ciudades son un punto crítico a nivel medioambiental. Para poder paliar los efectos adversos del cambio climático deben abordarse múltiples políticas encaminadas a la reducción de la producción de gases de efecto invernadero, pero también otro tipo de soluciones, entre ellas las denominadas Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). En los ámbitos urbanos puede contarse con la vegetación y los sistemas de drenaje urbano sostenible como aliados que ayuden a controlar el impacto de la vida urbana en el medio ambiente, mejorando en el proceso la calidad de vida de las personas. Por ello, es importante investigar en las diferentes propuestas que se pueden llevar a cabo para conseguir unas ciudades más sostenibles.

Centrándonos en los polígonos industriales, puede destacarse que son unos espacios con grandes problemas ambientales dentro de las ciudades. Se trata de espacios con gran cantidad de superficies impermeables y de infraestructuras y naves industriales, con alta densidad de tráfico pesado, sin equipamientos y sin espacios verdes. Por esto, el trabajo se centra en el análisis de las SbN aplicables a estos espacios específicos dentro de las ciudades.

**Palabras clave:** cambio climático, entornos urbanos, polígonos industriales, renaturalización, mitigación y adaptación.

## **ABSTRACT**

Currently, cities are a critical point at an environmental level. In order to reduce the unfavourable effects of climate change, several political measurements should be adopted, aimed to reduce the greenhouse gas emissions, among them we found the Nature Based Solutions (NbS). In the urban area we can rely on vegetation and sustainable urban drainage systems, using them to control the impact of urban life and besides, improving it. For all these reasons, it is important to research different applicable strategies with the goal of making cities more sustainable.

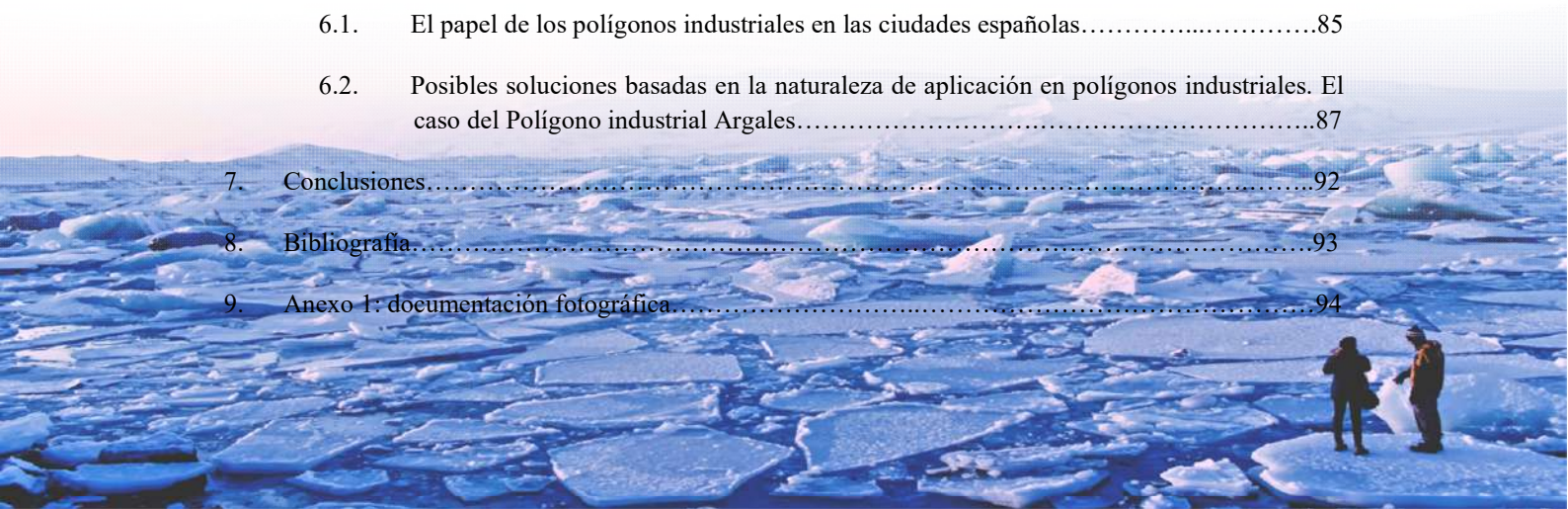
Focusing on the industrial estates, we can highlight that they are areas with big environmental problems within the cities. They are filled with waterproof surfaces, industrial infrastructures and units, heavy traffic, and with no public buildings or green areas. This work is focused on analyzing the applicable NbS in these areas within the cities.

Key words: climate change, urban areas, industrial estates, re-naturing, mitigation and adaptation.



# ÍNDICE

1.	Introducción.....	5
2.	Objetivos y metodología.....	6
3.	Cambio Climático, causas y consecuencias.....	7
3.1.	Definición de cambio climático.....	7
3.2.	Causas del cambio climático.....	8
3.3.	Consecuencias del cambio climático a nivel global.....	9
3.4.	Consecuencias del cambio climático en los entornos urbanos.....	11
4.	Medidas abordadas a nivel global y a nivel local. La COP21, un punto de inflexión.....	17
4.1.	Medidas a nivel global.....	18
4.2.	Medidas a nivel local.....	20
5.	Propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático. Soluciones basadas en la naturaleza.....	22
5.1.	Propuestas de mitigación.....	25
5.1.1	Principales acciones para la mitigación del cambio climático en las zonas urbanas.....	28
5.1.2	Formas de gobernabilidad para la mitigación del cambio climático en las zonas urbanas.....	33
5.2.	Propuestas de adaptación.....	37
5.2.1.	Estrategias para la adaptación al cambio climático en las zonas urbanas.....	39
5.2.2.	Actuación de los gobiernos locales para la adaptación al cambio climático en las zonas urbanas.....	43
5.3.	Soluciones basadas en la naturaleza.....	47
5.3.1.	Tipos de soluciones de renaturalización urbana.....	53
5.3.2.	Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS).....	74
6.	Incorporación de soluciones basadas en la naturaleza a Polígonos Industriales.....	84
6.1.	El papel de los polígonos industriales en las ciudades españolas.....	85
6.2.	Posibles soluciones basadas en la naturaleza de aplicación en polígonos industriales. El caso del Polígono industrial Argales.....	87
7.	Conclusiones.....	92
8.	Bibliografía.....	93
9.	Anexo 1: documentación fotográfica.....	94



## **1. Introducción**

El cambio climático actual es, según las evidencias científicas, un fenómeno de origen antropogénico que afecta, no solo al planeta, sino a todas las esferas de la vida de las personas. Es uno de los fenómenos actuales más analizados pues, en buena medida, el futuro de la Tierra dependerá de las medidas que se tomen a nivel internacional bien para mitigarlo bien para adaptarse a él. Sin embargo, sigue existiendo una gran falta de concienciación y de conocimiento exacto de la situación por gran parte de la sociedad.

Por ello, el Planeamiento Urbano y la Ordenación del Territorio deben incorporar en sus planteamientos las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático; ya que, en los países en vías de desarrollo, la gran parte de las ciudades están incrementando de forma acelerada y con escasa calidad el suelo urbanizado, como respuesta a los desplazamientos campo-ciudad, generando asentamientos informales y barrios. Por su parte, en los países desarrollados este crecimiento de la superficie urbanizada no va acompañado de un crecimiento demográfico ni de una migración campo-ciudad, pero también conlleva graves problemas medioambientales. Entre 1950 y 2011 la población urbana mundial aumentó casi cinco veces, es decir, el 500 por ciento, y entre 1906 y 2005 hubo un aumento de la temperatura mundial de 0,74° C. (ONU-Hábitat, 2011).

También se analizará el papel que tienen en este tema los organismos gubernamentales y los gobiernos, ya que son los que más medidas pueden tomar para poder luchar contra este fenómeno. Con unas correctas políticas y unas ciertas medidas bastante complejas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en las ciudades podrían estar entre un 40 y un 70 por ciento de las emisiones actuales (ONU-Hábitat, 2011). Debemos entender como crucial el papel de la urbanización, ya que es un factor que está aumentando muy rápidamente y concienciarnos de que los impactos del cambio climático sobre el medio urbano son cada vez más importantes.

Añadir que este trabajo de investigación está relacionado con el proyecto INDNATUR, coordinado por la tutora de este trabajo, M<sup>a</sup> Rosario del Caz (Universidad de Valladolid), y en el que participan otros seis socios (Instituto Politécnico de Bragança, Ayuntamiento de Valladolid, Cámara Municipal de Bragança, Fundación Patrimonio Natura Castilla y León, Cluster AEICE y Diputación de Ávila). Con el objetivo de poder facilitar información útil para este, el cual tiene una finalidad acorde con el tema en concreto de este trabajo. Mejorar el entorno urbano de las áreas industriales, con medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, y la mejora de la calidad del aire, todo esto por medio de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), mejorando las condiciones ambientales con la incorporación combinada de pautas de renaturalización y de sistemas de drenaje urbano sostenible, tanto en espacios y edificios públicos como privados, ubicados a lo largo de lo que se llamará corredor verde-azul. Esto se materializará en dos proyectos piloto: uno en el Polígono industrial Argales, en Valladolid y otro en el Polígono industrial Cantarias, en Bragança. Este trabajo también realizará una propuesta para el Polígono industrial Argales utilizando las soluciones basadas en la naturaleza.

## **2. Objetivos y metodología**

Este trabajo tiene como finalidad investigar sobre las medidas que existen de adaptación y mitigación al cambio climático en las ciudades, a través de las denominadas Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y la renaturalización, que se definirán más adelante, haciendo una síntesis ordenada de las mismas. Partiendo de este marco general, posteriormente el trabajo se centrará en unos ámbitos urbanos concretos: los polígonos industriales, pues, por su propia naturaleza, son espacios donde los problemas medioambientales se agudizan, y en los cuales todavía este tipo de soluciones no han llegado a implantarse. El objetivo del trabajo es que los análisis y propuestas realizados sirvan de apoyo para la adopción de alternativas de desarrollo sostenible, e intervención y mejora de las áreas industriales.

Para poder contextualizar todo esto, se estudiará cuáles son las causas y las consecuencias del cambio climático a un nivel global y a nivel local (concretamente en las ciudades), tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo, e investigar sobre el papel principal que tienen los gobiernos para poder luchar contra el cambio climático.

Se hará una investigación sobre las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), distinguiendo dos grandes grupos: las soluciones llevadas a cabo por medio de la vegetación (arbolado urbano y verde urbano), y las soluciones que utilizan los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDs). Esta investigación se hace con el objetivo de poder incorporar este tipo de soluciones en los polígonos industriales.

Con respecto a la metodología utilizada para la realización de este trabajo fin de grado, se ha llevado a cabo la revisión de bibliografía, búsqueda de textos generales y especializados, páginas web de instituciones oficiales, búsqueda de información sobre las diferentes medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, casos específicos de renaturalización y de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDs), investigación sobre documentación de los polígonos industriales en general y sobre el polígono industrial Argales en particular. Para su posterior recopilación de datos e información sobre los temas que estaban dentro de los objetivos.

En los primeros apartados, que hablan sobre el cambio climático (causas, consecuencias, y medidas de mitigación y adaptación), se han utilizado sobre todo documentos oficiales e informes de la ONU, la Comisión Europea y los diferentes ministerios españoles que se dedican a la materia climática.

En los apartados dedicados a las soluciones basadas en la naturaleza se ha recurrido sobre todo a diferente bibliografía recomendada por la tutora, y a trabajos de fin de grado que siguen la misma línea de esta investigación. Por último, se ha analizado todos estos datos para su posterior incorporación en las áreas industriales, haciendo una propuesta en el Polígono industrial Argales de Valladolid.



### **3. Cambio climático, causas y consecuencias**

La climatología es un campo de investigación bastante complejo y en constante evolución, debido a los numerosos factores que intervienen en él. El clima de la Tierra nunca ha sido estático, si no que es la consecuencia de las variaciones en el balance energético del globo terráqueo, está sometido a alteraciones en todas las escalas temporales, desde decenios a miles y millones de años. Entre los cambios climáticos más importantes a lo largo de la historia se encuentra el ciclo de períodos glaciares e interglaciares, que duró aproximadamente 100.000 años.

#### **3.1. Definición de cambio climático:**

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción de los seres humanos y se produce a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. El término "efecto invernadero" se refiere a la retención del calor del Sol en la atmósfera terrestre por parte de una capa de gases en la atmósfera. Sin ellos la vida tal como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío. Sin embargo, el exceso de ellos genera el incremento excesivo de la temperatura de la Tierra. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura, la ganadería y la combustión de combustibles fósiles. El mundo industrializado ha conseguido que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado, ocasionando daños irreversibles en nuestro planeta, cuando, sin la actuación humana, la naturaleza se encargaba de equilibrar las emisiones. (Web MITECO).



Fig. 3.1 Impactante imagen de las consecuencias del cambio climático en Groenlandia. Véase Anexo 1.



### 3.2. Causas del cambio climático:

En la actualidad existe un consenso científico, casi generalizado, en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que provocará, a su vez, serios impactos tanto sobre la Tierra como sobre los sistemas socioeconómicos, y sobre la salud de las personas.

En lo que se refiere a las causas del cambio climático que hoy en día nos concierne aquí se expone la contribución de las zonas urbanas al cambio climático viendo los datos que se refieren a los diferentes porcentajes de las fuentes de las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI). El suministro de la energía eléctrica es el responsable del 26 por ciento de las emisiones globales de GEI, el transporte genera en torno a un 13 por ciento de las emisiones de GEI en el mundo, la industria de la aviación produce aproximadamente un 2 por ciento de las emisiones totales de GEI, la industria naviera mundial es responsable en torno al 10 por ciento del consumo de energía empleada en transporte. El IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) estima que las emisiones mundiales de los edificios residenciales y comerciales representan un 8 por ciento de las emisiones globales de GEI, a escala mundial el 19 por ciento de las emisiones de GEI están relacionadas con la industria (especialmente metalúrgica, química, de producción de combustibles fósiles, cemento y papel), las emisiones que vienen de los residuos representan aproximadamente un 3 por ciento de las emisiones totales, y a escala mundial el 31 por ciento es causa de las actividades relacionadas con la agricultura y silvicultura. Como síntesis de todos estos datos hay que destacar que el 18 por ciento de la población mundial que vive en países desarrollados origina un 47 por ciento de las emisiones CO<sub>2</sub>, mientras que el 82 por ciento restante que vive en países en desarrollo genera el 53 por ciento que falta. (ONU-Hábitat, 2011).



Fig. 3.2 Según estudios las mujeres y las niñas serán más vulnerables al cambio climático. Véase anexo 1.

Desde la mitad del siglo XX, las economías de los países desarrollados han cambiado la industria, es decir el sector secundario por industrias del sector terciario y cuaternario (Sector servicios y de investigación, sectores no productores o transformadores). Esto significa una reducción de las emisiones procedentes de la fabricación de productos, aunque al mismo tiempo estas zonas se han convertido en centros de riqueza y consumo con un nivel de vida bastante alto, esto también genera una gran huella de carbono, pero rara vez se tiene en cuenta en los inventarios de las emisiones.



Fig. 3.3 Las centrales térmicas, una de las principales fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>. Véase Anexo 1.

Por otro lado, la fabricación ha ganado mucha importancia en países en desarrollo como Brasil, China, India y Sudáfrica, que estimulados por cambios económicos y geopolíticos son ahora centros para la fabricación mundial y desempeñan un papel cada vez más importante en la contribución de las emisiones globales de GEI. Además, se prevé que la población de las ciudades en estos países se duplique entre 2000 y 2030, mientras que el tamaño de las zonas edificadas se triplicará. Una solución para poder mitigar un poco el impacto de este crecimiento es a través de la concentración de servicios, para reducir la necesidad de desplazarse largas distancias, ofertando mejores sistemas de transporte público y haciendo restricciones en el tamaño de las viviendas residenciales, causa de la escasez y el precio elevado del suelo. (ONU-Hábitat, 2011).

### **3.3. Consecuencias del cambio climático a nivel global**

Ya en el año 2001 el Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ponía de manifiesto la evidencia proporcionada por las observaciones de los sistemas físicos y biológicos que mostraba que los cambios regionales en el clima, en concreto los aumentos de las temperaturas, estaban afectando a los diferentes sistemas y en distintas partes del globo terráqueo. Señalaba, en definitiva, que se están acumulando numerosas evidencias de la existencia del cambio climático y de los impactos que de él se derivan. En promedio, la temperatura ha aumentado aproximadamente 0,6°C en el siglo XX y el nivel del mar ha

crecido de 10 a 12 centímetros y los investigadores consideran que esto se debe a la expansión de océanos, cada vez más calientes. (ONU-Hábitat, 2011).

El cambio climático nos afecta a todos. El impacto potencial es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales. Los países más pobres (países en vías de desarrollo), que están peor preparados para afrontar cambios rápidos, serán los que sufrirán las peores consecuencias.

Se predice la extinción de animales y plantas, es decir gran parte de la biodiversidad y los ecosistemas, ya que los hábitats cambiarán tan rápido que muchas especies no se podrán adaptar a tiempo. La Organización Mundial de la Salud ha advertido que la salud de millones de personas podría verse amenazada por el aumento de la malaria, la desnutrición y las enfermedades transmitidas por el agua. España, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático.



Fig. 3.4 En el cuerno de África el cambio climático está originando conflictos bélicos. Véase Anexo 1.

En consecuencia, aunque existen incertidumbres que no permiten cuantificar con la suficiente precisión los cambios climáticos previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata, de acuerdo al denominado "principio de precaución" al que hace referencia el Artículo 3 de la Convención Marco sobre Cambio Climático. La inercia, los retrasos y la irreversibilidad del sistema climático son factores muy importantes a tener en cuenta y, cuanto más se tarde en tomar esas medidas, los efectos del incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero serán menos reversibles. (Web MITECO).



### 3.4. Consecuencias del cambio climático en los entornos urbanos

Con el crecimiento urbano tan grande que las ciudades llevan experimentando desde hace décadas, los impactos que el cambio climático está generando en el tejido urbano son cada vez más importantes, y son el principal tema a tratar en este trabajo exponiendo posteriormente una serie de soluciones, en la medida de lo posible, para éstos. El cambio climático traerá consigo no solo riesgos físicos de grandes magnitudes a las ciudades (catástrofes naturales), sino que también provocará dificultades a la hora de proporcionar servicios básicos a sus habitantes, es decir, afectará al suministro del agua, a la provisión de energía, industria y prestaciones en ciudades de todo el mundo. Se prevé que se den casos de migración masiva en las principales ciudades afectadas (ciudades costeras, especialmente). Dentro del panorama socioeconómico, aumentarán las desigualdades existentes y esto afectará al tejido social de las ciudades y agravará la pobreza.



Fig. 3.5 Fotomontaje de las consecuencias del cambio climático en Marbella (España). Véase Anexo 1.

Según el informe de ONU-Hábitat en 2011 existen cinco grandes grupos donde ubicaremos las diferentes consecuencias del cambio climático en las ciudades:

- **Riesgos naturales:** Los niveles promedios del mar llevan aumentando desde el siglo pasado y se prevé que sigan aumentando llegando a niveles irreversibles que no se han observado nunca. Los ciclones tropicales van asociados de tormentas eléctricas y vientos huracanados, y con el cambio climático aumentará la frecuencia con la que se produzcan éstos, azotando fuertemente a las ciudades situadas en regiones donde suceden ciclones tropicales. Las fuertes precipitaciones se alargarán durando varios días, teniendo implicaciones económicas y sociales de gran alcance en los entornos urbanos y provocarán inundaciones y desprendimientos de tierra, lo que afectará directamente a las infraestructuras.

Se esperan episodios de calor extremo, estos son debido al efecto “isla de calor” urbano, que es consecuencia de la materialidad de las ciudades, ya que hemos impermeabilizado los suelos y éstos no son capaces de absorber parte de la radiación solar y a esto sumamos que los edificios reflejan el calor al exterior lo que produce que la temperatura suba posteriormente en el exterior de los edificios; la tendencia de las ciudades será de retener más calor que las zonas rurales que la rodean; este fenómeno puede provocar en ciudades de países desarrollados con un promedio de 1 millón de habitantes, temperaturas de 1° C a 3° C más que en las zonas circundantes al tejido urbano.

Otro fenómeno que será sobre todo común en las zonas de los trópicos y subtropicales y que aumentará a un nivel exponencial serán las sequías; esto es consecuencia de los cambios en las precipitaciones y traerá consigo la consiguiente disminución en el suministro y calidad del agua, así como mayor demanda del mismo.



Fig. 3.6 Fotomontaje de las consecuencias del cambio climático en Benidorm. Véase Anexo 1.

- **Impactos sobre la infraestructura física:** El cambio climático tiene consecuencias directas sobre la infraestructura de las ciudades (red de edificios, carreteras, alcantarillado y sistemas de energía), lo que afecta al bienestar y medios de sustento de los habitantes. Una de las estructuras más perjudicadas se prevé que serán los edificios residenciales y comerciales; contra estos tienen que las inundaciones son uno de los peligros más destructivos y costosos de reparar, y el cambio climático provocará un aumento en las precipitaciones y por tanto en las inundaciones. También la erosión de las costas y la intrusión salina puede acabar con las construcciones y hacer que algunas zonas queden inhabitables. La disminución de la superficie de tierra y el aumento del nivel del mar es otro factor que sitúa las estructuras residenciales y comerciales en una posición de riesgo.

Otro grave problema será el ocasionado en los sistemas de transporte, sobre todo en las ciudades costeras, ya que el aumento del nivel del mar inundará autopistas

y causará erosión en las bases de las carreteras y puentes. Las fuertes precipitaciones y sus efectos en forma de inundaciones y desprendimientos de tierra dañarán las infraestructuras del transporte como son autopistas, puertos marítimos, puentes y pistas de aeropuerto. Las altas temperaturas crearán problemas en las calzadas pavimentadas que deberán ser reparadas con más frecuencia; todos estos daños en los sistemas de transporte afectan a casi todos los aspectos de la vida urbana.

Es muy probable que el cambio climático afecte en la demanda y suministro de energía; la demanda aumentará de forma considerable, y las infraestructuras de transmisión de electricidad podrían llegar a ser más vulnerables, ya que sufrirán inundaciones y tormentas cada vez con más frecuencia.



Fig. 3.7 Temporal que afecta al paseo marítimo de Almenara (Castellón). Véase Anexo 1.

Otro problema a tratar será las consecuencias sufridas en los suministros de agua, ocasionadas por cambios en los regímenes de precipitaciones, reducción de los caudales de los ríos, disminución de los niveles freáticos y, en zonas costeras, la intrusión salina en ríos y aguas subterráneas; además debido a episodios de calor extremo y del crecimiento de la población aumentará la demanda de agua en las ciudades lo que agravará el problema. Los desastres producidos por el cambio climático también afectaran a los sistemas de saneamiento, sobre todo en los países en vías de desarrollo.

Por último, se va hablar de la disminución de la resiliencia de las ciudades; el concepto de resiliencia describe la habilidad de cualquier sistema urbano de mantener continuidad después de impactos o catástrofes mientras contribuye positivamente a la adaptación y la transformación; por tanto, una ciudad resiliente es aquella capaz de responder a todo tipo de problemas, ya sean a corto o largo plazo.



Durante esta última década, los desastres naturales han afectado a más de 220 millones de personas y han causado un daño económico de 100 mil millones de dólares cada año. Se calcula que el número de personas afectadas por desastres naturales desde 1992 es de unos 4.4 mil millones de personas (lo que equivale a un 64% de la población mundial) y que el daño económico es de unos 2 trillones de dólares (equivalente a 25 años de Ayuda Oficial de Desarrollo). Para 2030, sin inversiones significativas para hacer que las ciudades sean más resilientes, los desastres naturales podrían costar a las ciudades en todo el mundo 314 mil millones de dólares cada año, y el cambio climático podría llevar a 77 millones más de residentes urbanos hacia la pobreza. (Web ONU-Hábitat).

- **Impactos económicos:** el cambio climático también afectara aun gran número de actividades económicas como son el comercio, la fabricación, el turismo y las industrias de seguros. La industria sufrirá especialmente en las zonas costeras y llanuras de inundación natural. Las actividades comerciales tendrán problemas en la cadena de producción y distribución, y sufrirán los problemas en la red de transporte, así como en los cambios de lo patrones de consumo.

La industria del turismo depende directamente de las infraestructuras de la red de transporte, es decir, de los aeropuertos, puertos, carreteras y calzadas. El cambio climático puede producir cambios en el reparto regional de temperatura, lo que ocasionará cambios en las oportunidades para el ocio en relación con las estaciones del año y las infraestructuras turísticas. Habrá un decrecimiento de los puestos de trabajo debido a que una de las principales fuentes de ingresos de las ciudades son las actividades recreativas y el turismo.

Dentro de la industria de los seguros aumentara la demanda de seguros al reducirse la asegurabilidad, aumentarán de manera significativa si los accidentes poco frecuentes de proporciones catastróficas comienzan a ser más comunes.

Por último, los desastres ocasionados por el cambio climático destruyen los recursos de sustento y por ello afectan directamente a los modos de vida urbanos.

- **Impactos en la salud pública:** La pobreza es un factor que complica la situación de los impactos del cambio climático en la salud de las personas. Las altas temperaturas sumadas al envejecimiento de la población ocasionarán muertes provocadas por el calor, también habrá consecuencias por olas de frío; y no solo habrá consecuencias inmediatas en la salud, si no que también habrá consecuencias a largo plazo en la salud pública debidas a las inundaciones y tormentas que afectarán a las instalaciones que proporciona la asistencia sanitaria. Los cortes en el suministro de la energía eléctrica afectarán a los servicios hospitalarios, así como los problemas en las infraestructuras de tratamiento de las aguas. Los cambios físicos del clima facilitarán la transmisión de algunas enfermedades infecciosas. Las inundaciones pueden introducir



contaminantes en el suministro de agua, lo que hará que aumenten las enfermedades de tipo diarreicas y respiratorias.



Fig. 3.8 Boston, un barrio muy vulnerable de Cartagena de Indias (Colombia). Véase Anexo 1.

Otro problema que afectarán a la salud de las personas es el empeoramiento de la calidad del aire, y es que la contaminación atmosférica es un riesgo ambiental con consecuencias para la salud, consecuencias inmediatas que vienen de la contaminación del aire que nosotros respiramos continuamente, las emisiones más perjudiciales son las de gases como el ozono o las partículas finas; los sistemas más afectados serán el respiratorio y cardiocirculatorio, y es importante considerar el impacto potencial de las exposiciones a la contaminación atmosférica durante la gestación y la primera infancia.

- **Impactos sociales:** El cambio climático está afectando de manera diversa a los diferentes grupos sociales, siendo los más afectados el grupo más pobre, como son las minorías marginadas, mujeres, hombres, jóvenes y ancianos. Esto es debido a que carecen de habilidad y medios para poder prepararse o actuar contra los diferentes impactos a los que ya se están enfrentando y enfrentarán en el futuro. Los hogares de bajos ingresos tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo son los que sufrirán más las consecuencias del cambio climático, esto se debe a varios factores: tiene una mayor exposición a los peligros (vivir en llanuras de inundación natural, terrenos inclinados inestables o en cauces de ríos), no poseen viviendas ni infraestructuras que reduzcan los riesgos (viviendas de mala calidad, malos sistemas de saneamiento, etc...), menor capacidad de adaptación a la situación (carencia de ingresos o bienes que permitan mejorar la infraestructura de tu vivienda, trasladarse a una vivienda de mejor calidad o a lugares de menor exposición), menos ayuda estatal ante una catástrofe (carencia de medidas de actuación ante casos de emergencia o ayuda

para reconstruir o reparar viviendas o medios de subsistencia), menor protección legal y económica (falta de tenencia legal para las vivienda y carencia de seguro).



Fig. 3.9 Acabar con la pobreza es un aspecto importante en materia climática. Véase Anexo 1.

Cuando sucede una catástrofe natural, los hogares de la gente con menos ingresos carecen de los recursos para poder mitigar los daños producidos, y en ausencia de la adecuada ayuda de recuperación, el sector pobre sacrifica la nutrición familiar, la educación infantil o cualquier otro bien indispensable del que puedan disponer para cubrir las necesidades básicas, y de ese modo se agudiza sus posibilidades de recuperación y de poder salir de la pobreza.

Una gran parte de los niños en el mundo se encuentran en zonas de riesgo al cambio climático, como el Sureste Asiático y África; un dato que se llama la atención es que todo este tipo de consecuencias, serán más pronunciadas en las niñas, debido a factores como la violencia sexual, la separación familiar, el abandono de la educación y el tema del trabajo forzoso, sobre todo en el sector agrícola y en las tareas domésticas. Por ejemplo, en zonas donde son frecuentes los ciclones como Bangladesh, casi el 50% de las niñas se ven obligadas a dejar la escuela para casarse debido a la presión familiar. En estos casos, las niñas son vendidas a sus futuros maridos por una tercera persona que actúa de negociador entre ambas familias decidiendo el precio final que tendrá la novia. El embarazo prematuro sucede con más frecuencia y el riesgo de muerte por embarazos tempranos se multiplica por 15 si este ocurre antes de cumplir los 20 años. (DKV Instituto de la Vida Saludable, 2017).



Fig. 3.10 Imagen de niños nacidos en diferentes partes del mundo. Véase Anexo 1.

#### **4. Medidas abordadas a nivel global y a nivel local. La COP 21, un punto de inflexión**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada durante la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 y entró en vigor en 1994, ha sido ratificada por 196 Estados que constituyen las “Partes” de la Convención. Esta Convención Marco es una convención universal de principios que reconoce la existencia de un cambio climático debido a la actividad humana y atribuye a los países desarrollados la responsabilidad principal de luchar contra este fenómeno. La Conferencia de las Partes (COP), compuesta por todos los Estados “Partes”, constituye el órgano supremo de la Convención. Se reúne anualmente en conferencias mundiales en las que se toman decisiones para respetar los objetivos de lucha contra el cambio climático. Las decisiones solo se pueden tomar por unanimidad de las Partes o por consenso. La COP que se celebró en París fue la 21ª, de ahí su nombre COP21. También existe otro organismo muy importante en materia de cambio climático como es el CMP, que designa los Estados de la Reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto. París fue la 11ª sesión, de ahí el nombre CMP11. La CMP vela por la aplicación del Protocolo de Kioto y toma decisiones para promover la eficacia de esta. (WEB UNRIC, Centro Regional de Información de las Naciones Unidas para Europa Occidental).



Fig. 4.1 Imagen de la foto oficial de todos los presidentes en la Cumbre del Clima de París (COP21) en 2015.

Entre los días 30 de noviembre y 12 de diciembre, tuvo lugar en París la vigésimo primera sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), así como la undécima sesión de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (COP-MOP11). La COP21 terminó con la adopción del Acuerdo de París que establece el marco global de lucha contra el cambio climático a partir de 2020. Se trata de un acuerdo histórico de lucha contra el cambio climático, un punto de inflexión que

promueve una transición hacia una economía baja en emisiones y resiliente al cambio climático. Es un texto que refleja y tiene en cuenta las diferentes realidades de los países, es justo, ambicioso, duradero, equilibrado y jurídicamente vinculante. (WEB MITECO).

#### **4.1. Medidas a nivel global**

Para entrar en vigor el acuerdo, al menos 55 países que representasen como mínimo el 55% de las emisiones mundiales debían depositar sus instrumentos de ratificación; el 5 de octubre de 2016 la UE ratificó formalmente el acuerdo de París, lo que permitió que entrara en vigor el 4 de noviembre de 2016.

Según la WEB MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica) las principales medidas a nivel global acordadas en la COP 21 son las siguientes:

- Su principal objetivo es evitar que la temperatura media global de La Tierra supere los 2° C respecto a los niveles preindustriales y busca, además, promover esfuerzos adicionales que hagan posible que el calentamiento global no supere los 1,5° C.
- Reconoce que las emisiones globales deberían llegar a sus niveles máximos lo antes posible, teniendo en cuenta que esta tarea llevará más tiempo para los países en vías de desarrollo. Además, incluye la importancia de conseguir un camino que reduzca las emisiones de GEI a medio y largo plazo, coherente con un escenario de neutralidad de carbono en la segunda mitad del siglo XXI, es decir, un equilibrio entre las emisiones y las absorciones de GEI.
- Compromete a todos los países a que, cada cinco años, comuniquen, con transparencia, y mantengan sus objetivos de reducción de emisiones, y que pongan en marcha políticas y medidas nacionales para alcanzar los acuerdos establecidos.
- Incluye un ciclo de revisión o sistema de ambición que establece que, cada cinco años (empezando en 2023), es necesario hacer un balance del estado de la implementación del Acuerdo respecto al objetivo de los 2°C citado anteriormente.
- Se remarca la importancia de adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, estableciendo un objetivo global de aumento de la capacidad de adaptación y reducción de la vulnerabilidad (aumentar la resiliencia), en un panorama en el que todos los países están luchando contra los impactos derivados del cambio climático. La adaptación debe definirse a nivel de país, ya que las consecuencias del cambio climático serán diferentes dependiendo de la posición geográfica, de forma transparente y valorando cuestiones transversales, es decir, teniendo en cuenta los países vecinos. Los países han de participar en los



procesos de planificación, presentando y actualizando periódicamente comunicaciones sobre la adaptación.

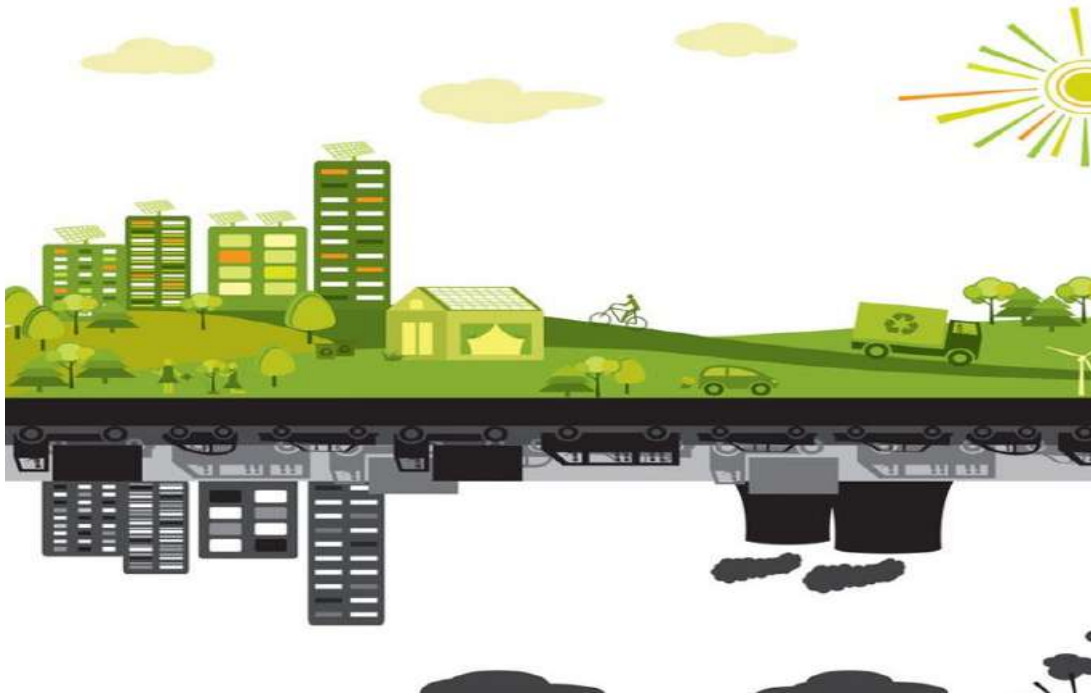


Fig. 4.2 Frenar el cambio climático requiere la implantación de nuevas políticas. Véase Anexo 1.

- Sienta las bases para una transformación hacia modelos de desarrollo bajos en emisiones. Para ello, se cuenta con un importante paquete financiero que ayudará a la implementación del Acuerdo y que deberá construirse sobre las bases del objetivo, para los países desarrollados, de movilización de 100.000 millones de dólares anuales, a partir de 2020, a través de distintas fuentes financieras. Este objetivo se revisará al alza antes de 2025.
- Anima, por primera vez, a los países en desarrollo a que proporcionen financiación de manera voluntaria; ya que se mantiene el liderazgo de los países desarrollados a la hora de movilizar recursos financieros.
- Reconoce la importancia de ayudar y fortalecer las capacidades de los países en vías de desarrollo. Por esto la creación de un Comité para el fortalecimiento de capacidades (Comité de París), con el fin de detectar lagunas y necesidades en países en desarrollo en materia de cambio climático.
- Refuerza el sistema actual de transparencia y rendición de cuentas de la CMNUCC para fortalecer la confianza entre los países, obteniendo una información clara y común, en particular sobre cifras de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y apoyo proporcionado y recibido.
- Crea un Comité, destinado a facilitar la aplicación del Acuerdo y promover su cumplimiento, por todas las Partes. Este Comité tiene naturaleza facilitadora, no contenciosa y no punitiva.

Además, en París se adoptó una decisión sobre el proceso para aumentar la ambición en materia de mitigación pre-2020 (ambición pre-2020), por lo que se continúa el proceso de identificación e investigación de acciones que facilitan las reducciones de emisiones de GEI adicionales a las ya comprometidas por todos los países y también, se inicia un proceso similar para considerar acciones urgentes en materia de adaptación, entre otras cuestiones.

#### **4.2. Medidas a nivel local**

Como medidas a nivel local hay que empezar hablando del papel de las ciudades, las regiones y las administraciones. El acuerdo reconoce la importancia de las partes interesadas no signatarias, es decir, de las ciudades y otras administraciones subnacionales, de la sociedad civil, del sector privado, etc, y a estas les invita a: Intensificar sus esfuerzos y medidas para reducir las emisiones de GEI, aumentar la resistencia y reducir la vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático, aumentar la resiliencia, y mantener e impulsar la cooperación regional e internacional.

Pero como medida local más significativa hay que mencionar El Pacto de los Alcaldes, creado un año antes de la COP21, una iniciativa de la Comisión Europea, que es considerada como la iniciativa urbana más grande del mundo en materia de clima y energía, ya que agrupa a miles de autoridades locales y regionales con el compromiso voluntario de aplicar en sus territorios los objetivos climáticos y energéticos de la Unión Europea.



Fig. 4.3 Logo del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía. Véase Anexo 1.

A partir del éxito del Pacto de los Alcaldes, en 2014, antes de la COP21, se lanzó la iniciativa Mayors Adapt que, basada en el mismo modelo de gestión pública, invitaba a las ciudades a asumir compromisos políticos y tomar medidas para anticiparse a los inevitables efectos del cambio climático. A finales de 2015, con la celebración de la COP21, se acordó que se fusionarían ambas iniciativas en el nuevo Pacto de los alcaldes para el Clima y la Energía, por medio del cual se asumieron los objetivos de la Unión Europea para 2030 y se adoptó una posición integral de mitigación del cambio climático y de adaptación a éste. Las ciudades firmantes y sus respectivos alcaldes, prometen actuar para llegar al objetivo global de la UE de reducir en un 40% los GEI antes de 2030, también promoviendo una mejor gestión local de la energía basada en medidas de

eficiencia, soluciones integradas y promoción de las energías renovables. Los firmantes también se comprometen a:

- Acelerar la descarbonización de sus ciudades y sus territorios.
- Fortalecer su capacidad de adaptación a los inevitables efectos del cambio climático.
- Permitir a la ciudadanía el acceso a fuentes de energías seguras, sostenibles y asequibles.

Para conseguirlo, los firmantes deberán elaborar un inventario de emisiones y realizar una evaluación de riesgos y vulnerabilidades asociadas al cambio climático. Asimismo, se comprometen a presentar, en el plazo de 2 años a partir de la fecha en que la corporación municipal se adhiera al Pacto, un Plan de Acción para la Energía Sostenible y el Clima (PAESC) en el que se resuman las acciones clave que planean llevar a cabo. Este compromiso político marca el inicio de un largo proceso durante el cual las ciudades deberán informar cada dos años de los avances realizados. (FEMP, 2016, 25).



Fig. 4.4 El camino para frenar el cambio climático va de la mano de medidas sostenibles. Véase Anexo 1.

Es importante saber que, si se logra alcanzar un cierto nivel de desarrollo económico en las zonas urbanas, éstas ofrecen la oportunidad de tener un estilo de vida en el cual se generen cantidades más pequeñas de emisiones de GEI, con esto se quiere decir que sería importante ayudar a aquellos países que no llegan a tener este nivel de desarrollo económico.

Para terminar con las medidas tomadas a nivel local, se mostrará la tabla sacada del Quinto Informe sobre las Políticas Locales de Lucha contra el Cambio Climático (FEMP, 2016, 16), de las acciones de lucha contra el cambio climático tomadas en nuestra comunidad autónoma, Castilla y León.



Castilla y León	Plan de Medidas Demostrativas e Incentivadoras para el Desarrollo Sostenible y la Lucha contra el Cambio Climático	2008	Comisión Delegada de Política Territorial y Desarrollo Rural
	Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para el periodo 2008-2012	2008	
	Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible 2009-2014	2009	
	Estrategia Regional contra el Cambio Climático 2009-2012-2020	2009	Dirección General de Prevención Ambiental y Ordenación del Territorio
	Plan Integral de Residuos de Castilla y León	2014	Junta de Castilla y León
	I Plan Bianual de Educación Ambiental de Castilla y León 2016-2017 II Estrategia de Educación Ambiental de Castilla y León 2016-2020	2016	Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Dirección General de Calidad y Sostenibilidad Ambiental

Fig. 4.5 Acciones de lucha contra el cambio climático tomadas por Castilla y León. Véase Anexo 1.

## **5. Propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático. Soluciones basadas en la Naturaleza**

El cambio climático depende de muchos factores en los orígenes de las emisiones de GEI y los impactos climáticos, al igual que en la capacidad para la mitigación y adaptación de éste. Los esfuerzos llevados a cabo por los gobiernos tradicionalmente se han destinado en la coordinación de políticas nacionales, pero los desarrollos políticos recientes tienen la necesidad de conseguir una mayor complejidad en la formulación de las políticas regionales, nacionales y globales, que deben estar compuestas por un gran número de objetivos, el reconocimiento de los beneficios colaterales y la identificación de barreras a la innovación tecnológica y a la difusión de la información.

Las investigaciones realizadas definen diferentes escenarios posibles de emisión de GEI hasta el año 2100. Para esta fecha el IPCC recomienda que la temperatura media global no aumente más de 2° C en comparación con los niveles preindustriales. Tardar en la adopción de mayores esfuerzos en la mitigación y adaptación al cambio climático puede dificultar a niveles importantes la transición hacia niveles bajos de emisiones a más largo plazo, acortar el abanico de posibilidades e incrementar los costes de la mitigación y la adaptación en las próximas décadas.

Para evitar los impactos más perjudiciales del cambio climático, se necesitará tanto mitigarlo como adaptarse a él. Entre mitigación y adaptación existen unas sinergias y una complementariedad evidentes: incrementando los niveles de mitigación, en el futuro habrá menos necesidades de adaptación. No existe un único camino para reducir y absorber las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un

determinado nivel. El camino de desarrollo de una sociedad, con sus singularidades económicas, sociales, políticas, culturales y tecnológicas, permitirá o restringirá las perspectivas de mitigación y adaptación.

Los escenarios analizados tratan de representar las interacciones más importantes entre las tecnologías, los sistemas humanos y las emisiones asociadas a los GEI. En los lugares donde se superen las 650 ppm CO<sub>2eq</sub> para el año 2100, es improbable que se consiga el objetivo de no superar los 2° C respecto a los niveles preindustriales, tal como recomienda el IPCC. En los lugares donde no se apliquen medidas adicionales para mitigar y adaptarse al cambio climático la temperatura media global se incrementará para 2100 entre 3,7 y 4,8° C comparado con los niveles preindustriales.

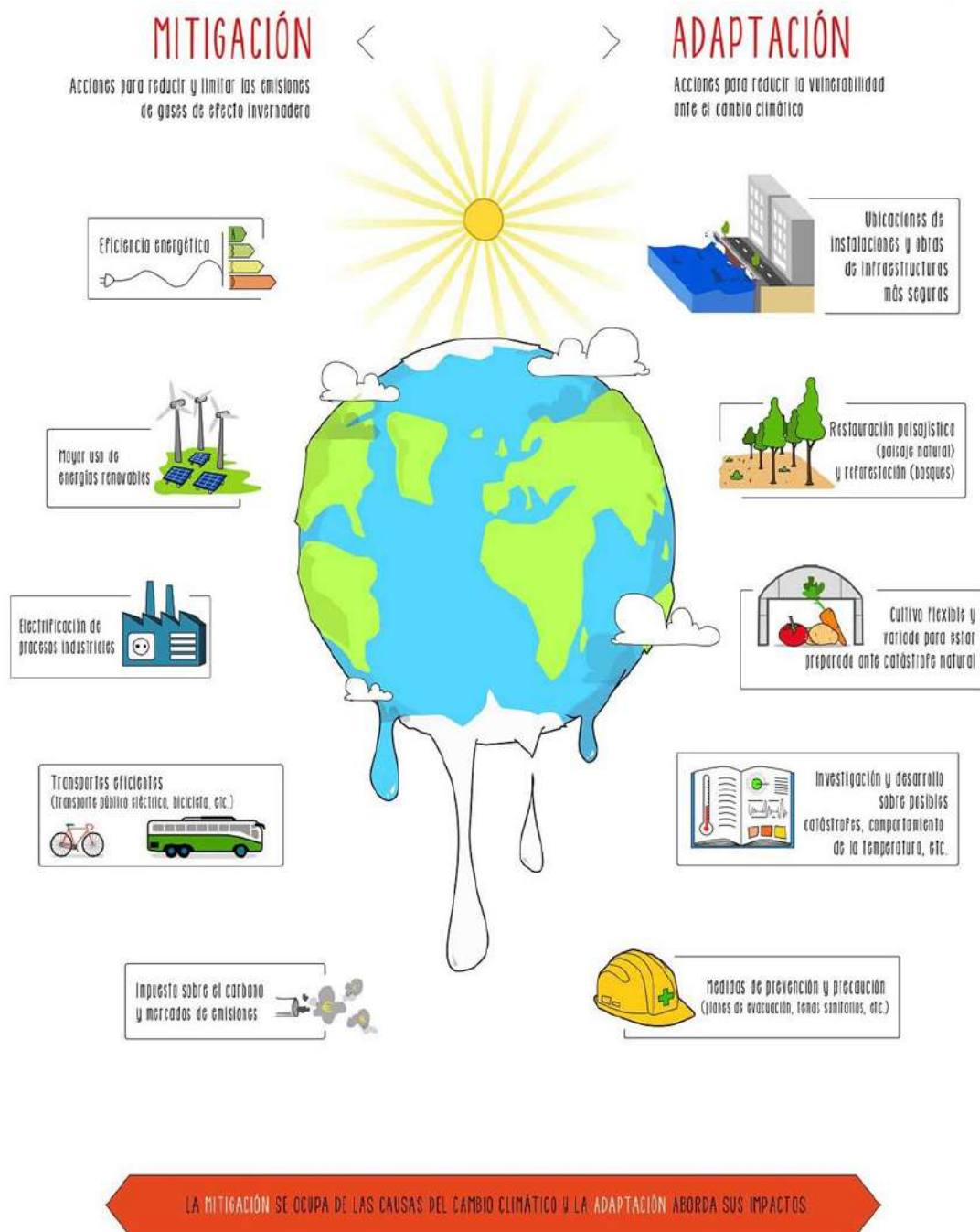


Fig. 5.1 Gráfico explicativo de la diferencia entre mitigación y adaptación al cambio climático. Véase Anexo 1.

En los lugares donde el incremento de la temperatura causado por las emisiones antropogénicas de GEI pueda mantenerse por debajo de 2° C, se caracterizan por concentraciones en 2100 entre 430 y 480 ppm CO<sub>2eq</sub>. Estos lugares requieren para 2050 unas emisiones globales de GEI hasta un 70% menores que en 2010, y para 2100 unas emisiones casi nulas. Para 2050, estos escenarios se caracterizan por triplicar o casi cuadruplicar el porcentaje de la producción de energía proveniente de fuentes bajas en emisiones de GEI, como las renovables, la energía nuclear o las energías fósiles y la bioenergía asociadas a la captura y almacenamiento de carbono, y también un aumento del progreso de la eficiencia energética. Es destacable decir que los escenarios que alcanzan menores concentraciones son los que implementan estos cambios a más corto plazo. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).



Fig. 5.2 Ciudades como Zúrich, Estocolmo o Ginebra son un actual ejemplo de ciudades sostenibles. Véase Anexo 1.

Los cambios serán más fáciles si se utilizan políticas de impulso y ejemplarizantes. La planificación de los Gobiernos puede ayudar a los cambios hacia infraestructuras y estilos de vida menos demandantes de energía y menos intensivos en emisiones de GEI. El sector privado jugará un papel fundamental en la mitigación y adaptación del cambio climático si cuenta con las condiciones propicias.

Según ONU-Hábitat (2011, 11), Existen tres diferentes enfoques desde donde los gobiernos pueden servir de gran ayuda:

- Comunidad Internacional: El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales deberían hacer más accesible los datos científicos del cambio climático y las opciones para las acciones de mitigación y adaptación, incluyendo los datos basados en los efectos futuros y actuales del clima en centros urbanos, en las alternativas de mitigación y adaptación a escala urbana, y en los costos, beneficios, posibilidades y límites de estas opciones.

- Plano Nacional: Ofrecer devolución y exención de impuestos y otros incentivos para inversiones en fuentes de energías alternativas, electrodomésticos de consumo eficiente e infraestructura, casas y dispositivos a prueba del cambio climático.
- Entorno local: Definir su visión de desarrollo futuro y encontrar modos de relacionar las respuestas al cambio climático con las aspiraciones de desarrollo urbano.

### 5.1. Propuestas de mitigación

La mitigación del cambio climático consiste en reducir las emisiones de GEI y su captación y almacenamiento. En las dos últimas décadas ha sido y es uno de los temas más importantes a nivel mundial en las actuaciones políticas. En el marco internacional, la CMNUCC toma como objetivo principal la “estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para prevenir peligrosas interferencias antropogénicas en el sistema climático”. Las ciudades son consideradas gran causa del problema y por lo tanto lugares decisivos para lograr la mitigación, al igual que son gran parte de la solución, para tratar la amenaza que supone el cambio climático.



Fig. 5.3 Las ciudades son el punto principal donde se debe actuar, hablando de mitigación. Véase Anexo 1.

Para mitigar el cambio climático se necesitará descarbonizar el sector energético, reducir el consumo de energía y lograr que los consumidores de energía final cambien a energías limpias, incluyendo la electricidad. Las principales medidas de mitigación se dirigen hacia la mejora de la eficiencia energética, la disminución de la intensidad del consumo energético, la sustitución de los combustibles fósiles, el desarrollo de las energías renovables, el desarrollo orientado al transporte sostenible, la reducción de la



deforestación, una gestión de los cultivos y los sistemas de ganadería, el fomento de la bioenergía y la captura y almacenamiento de carbono.

La reducción de las emisiones de GEI es un reto primordial en el área de la política. Las autoridades municipales desempeñan un papel importante para tratar el tema de la mitigación por cuatro razones: en primer lugar, poseen responsabilidad jurídica para controlar aquellas actividades que produzcan emisiones de GEI; en segundo lugar, la concentración de personas y negocios en las zonas urbanas hace posibles las soluciones de mitigación; en tercer lugar, las autoridades municipales pueden proporcionar una conexión para involucrarse junto con partes interesadas de la sociedad civil y del sector privado; y en cuarto lugar, los municipios pueden servir como “laboratorio” para evaluar las propuestas innovadoras. Según ONU-Hábitat (2011), la respuesta que han tenido las ciudades ante los retos de mitigación se ha fragmentado, y hay significativas diferencias entre la retórica de enfrentar el cambio climático y las realidades de actuación. Las emisiones de GEI procedentes de las poblaciones urbanas pobres siguen teniendo unos niveles mínimos, por lo que mitigar el cambio climático necesita enfocarse directamente a las ciudades donde haya tanto responsabilidad como capacidad para actuar. Otro punto a tratar en la mitigación es que necesita abarcar puntos más amplios sobre la vulnerabilidad de los distintos grupos sociales, teniendo muy en cuenta los grupos sociales pobres.

Dentro del marco europeo destacamos los siguientes acuerdos redactados por la FEMP (2016, 23-24): Hacia el horizonte del 2050: Medidas sobre energía y cambio climático en 2020 y un nuevo marco estratégico para 2030. El parlamento europeo aprobó en 2008 el “Paquete de Medidas sobre la Energía y el Cambio Climático”, propuesto para el periodo 2013-2020, en el que se incluyen una serie de medidas en materia de cambio climático y energía dirigidas a garantizar el cumplimiento de tres objetivos estratégicos para el año 2020:

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% (con respecto a los niveles de 1990).
- Aumento de la utilización de energías renovables en un 20%.
- Aumento de la eficiencia energética en un 20%.

En 2014, empleando como base el “Paquete de Medidas sobre Energía y Cambio Climático”, la Comisión Europea crea el nuevo “Marco Estratégico para las Políticas en Materia de Clima y Energía (2020-2030)” con unos objetivos y medidas más ambiciosos para el horizonte 2030. En busca de un sistema económico y energético más competitivo, seguro y sostenible, se propone conseguir los siguientes objetivos:

- Reducción en un 40% las emisiones de GEI para 2030 (con respecto a los niveles de 1990).
- Utilización de energías renovables en, al menos, el 27% del consumo energético.



Fig. 5.4 Actualmente existen numerosos proyectos de ciudades verdes. Véase Anexo 1.

- Mejora de la eficiencia energética mediante posibles modificaciones de las normativas.
- Reforma del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE para incluir una reserva de estabilidad del mercado.
- Indicadores clave sobre los precios de la energía, la diversificación del suministro, las interconexiones entre Estados miembros y los avances tecnológicos.
- Nuevo marco de gobernanza para la presentación de informes por parte de los Estados miembros, basado en planes nacionales coordinados y evaluados a escala de la UE.

Como instrumento para la consecución de estos objetivos, la Unión Europea elaboró el “Plan de Contribuciones Previstas Determinadas a Nivel Nacional” (INDCs), en el marco del nuevo acuerdo mundial, en el cual se compromete a conseguir una reducción de gases de efecto invernadero del 40% en el conjunto de la UE.

Además, con el objetivo de seguir mejorando estas metas en años posteriores, se crea la “Hoja de Ruta 2050 sobre energía y economía baja en carbono”, centrada en conseguir una reducción de emisiones de un 80% respecto a los niveles de 1990 y lograr que la temperatura media global no supere los 2°C.

### **5.1.1. Principales acciones para la mitigación del cambio climático en las zonas urbanas**

Ahora el trabajo se centrará en las acciones de mitigación que se deben llevar a cabo en las ciudades a nivel global, ya que uno de los objetivos del trabajo va dirigido a ver cómo afecta el cambio climático en los entornos urbanos y cómo puede minimizarse.



Fig. 5.5 Reikiavik (Islandia) utiliza el 100% de su energía de energías limpias. Véase Anexo 1.

Los gobiernos municipales junto con otros actores son los que han llevado a cabo el desarrollo de las políticas sobre el cambio climático en las zonas urbanas con iniciativas y medidas para reducir las emisiones de GEI en las ciudades. Los municipios han adoptado medias ad hoc para reducir las emisiones de GEI procedentes de sus propias actividades. También se han ido desarrollando planes o proyectos de gran valor a escala comunitaria. Sin embargo, las propuestas estratégicas que se han llevado a cabo normalmente en los lugares donde ha habido acceso a financiación segura, nuevas estructuras institucionales como una unidad central para actuar contra el cambio climático y gran apoyo político para la actuación.

Según ONU-Hábitat (2011) existen cinco sectores clave en los que se pueden dividir las acciones para la mitigación del cambio climático en las zonas urbanas: desarrollo y diseño de las zonas urbanas, entorno edificado, infraestructuras urbanas, transporte y captura de carbono.

- **Desarrollo y diseño de las zonas urbanas:** El uso de la energía en una ciudad y sus consecuentes emisiones de GEI depende en parte de la forma del desarrollo urbano como de su diseño. La situación en la que se suman los dos problemas de crecimiento urbano descontrolado y aumentan los asentamientos urbanos informales es un doble reto bastante problemático, para poder hacer frente a



estos desafíos se han utilizado varias estrategias de planificación del uso del suelo como la zonificación de la utilización del suelo, planes maestros, la densificación urbana y los planes estandarizados de desarrollo y diseño urbano para acotar la expansión de las zonas urbanas, reduciendo la necesidad de desplazamientos y aumentando la eficiencia energética del área urbana edificada.



Fig. 5.6 Saint Kjeld, proyecto de barrio adaptado al cambio climático. Véase Anexo 1.

La confluencia de intereses y circunstancias materiales en iniciativas para mitigar el cambio climático por medio del desarrollo y diseño urbanos los hace complejos y difíciles de tratar. Por ejemplo, el desarrollo y la implementación de principios de planificación con bajos niveles de emisiones de GEI por autoridades municipales se pueden topar con oposición política, por enfrentarse con intereses propios de los políticos, o por incumplimiento y tener pocos impactos sobre la conducta de las personas. Otro problema es que se puede provocar división social, si creas un lugar de vida sostenible, pero se dejan de atender las necesidades básicas de la mayor parte de la población, la medida carece de sentido.

- **Entorno edificado:** El uso del entorno edificado es un tema clave en materia de mitigación climática ya que el sector de la construcción consume aproximadamente un tercio de la energía total utilizada en las ciudades, mientras que la proporción de la electricidad consumida es todavía mayor.

Las medidas en este sector van por el camino de las tecnologías eficientes desde el punto de vista de consumo de energía, tecnologías alternativas de energía y actividades para la reducción del consumo. Estas iniciativas se han llevado a cabo principalmente en los países desarrollados. En los países en vías de desarrollo se han establecido medidas para instalar aparatos eficientes desde el punto de vista energético en construcciones municipales en diversas ciudades.

También han optado por la oferta de viviendas de bajo coste al sector pobre de la población.



Fig. 5.7 Barrio residencial con implantación de paneles fotovoltaicos. Véase Anexo 1.

Hay que tener una cierta precaución a la hora de tomar este tipo de medidas porque puede causar un “efecto rebote”, es decir, la tendencia a usar mayor eficiencia energética puede provocar un aumento de consumo, y eso no es lo que se quiere conseguir. Para ello este tipo de medidas de eficiencia energética deben de ir acompañadas de otras que desarrollen fuentes de energía renovables con baja emisión de carbono y conseguir reducir la demanda energética, ofreciendo información y concienciando a la población de un buen consumo, es decir, un consumo reducido.

- **Infraestructura urbana:** Las infraestructuras urbanas, concretamente las redes de electricidad y gas, y los sistemas de agua y saneamiento, son básicos en las trayectorias actuales y futuras de emisiones de GEI. El tipo de suministro de energía, la intensidad de carbono en los servicios de agua, saneamiento y residuos, y la liberación de metano procedente de vertederos son componentes importantes de las emisiones de GEI a escala local.

Los gobiernos municipales y otros actores de gobierno, de la sociedad civil y del sector privado han acogido una serie de medidas con el fin de reducir las emisiones de GEI por medio de la restauración y el desarrollo de sistemas de infraestructuras urbanas. Las medidas se han concentrado en el campo de la energía, de la energía obtenida de residuos y de nuevas formas de suministro energético. Existen pocos proyectos para tratar la intensidad del carbono en el suministro del agua, saneamiento y residuos, o para reducir el consumo. Por otro lado, se encuentran pocas medidas de reciclaje y reducción de residuos adoptadas por municipios en materia del cambio climático.



Fig. 5.8 Las energías limpias moverán los aeropuertos del futuro. Véase Anexo 1.

Existen tres métodos diferentes para desarrollar los modos de suministro de energía a las zonas urbanas con bajos niveles de emisión de carbono. El primero trata de reducir la huella de carbono en las redes de suministro de energía ya existentes. El segundo método adquiere energías renovables en los municipios para sus propias construcciones o actividades, o como medio para ofrecer a los consumidores el acceso a la energía verde a un precio reducido. Y el tercero consta del desarrollo de nuevos sistemas de energías renovables que causen bajos niveles de carbono en los entornos urbanos. Pero, más allá de los proyectos a pequeña escala o escala local, el desarrollo de sistemas de energía que causen bajos niveles de carbono sigue siendo una prioridad en la gran parte de las ciudades.

Sin embargo, todavía quedan importantes trabas en la economía y la política para renovar los sistemas de infraestructuras existentes y las nuevas redes de construcción, a la vez que cubran las necesidades básicas de las comunidades urbanas. Si a esto se suma que pocos proyectos están destinados a los temas de inclusión social y tampoco tienen como objetivo favorecer a los grupos de bajos ingresos, las zonas desfavorecidas o los barrios precarios, sino más bien les perjudican.

- **Transporte:** Las medidas de mitigación del cambio climático más comunes en el tema de transporte son la creación de sistemas de transporte público (incluyendo sistemas de corredores de tránsito rápido para autobuses), la incorporación de autobuses más eficientes, la implementación de tecnologías “limpias”, la promoción del transporte no motorizado y la creación de grandes redes de carril bici, y campañas públicas para la concienciación de la población.





Fig. 5.9 Nueva red de transporte público en Curitiba (Brasil). Véase Anexo 1.

Las ciudades también están aportando áreas para experimentar y promocionar las nuevas tecnologías, como es el caso del uso de gas natural comprimido en transporte de ciudades como Teherán (Irán), Bombay (India), Daca (Bangladesh) y Bogotá (Colombia), mientras que en países como Brasil los biocarburos se promocionan en las megaciudades del país (Río de Janeiro, Sao Paulo o Curitiba).

- **Captura de carbono:** La captura de carbono significa la eliminación de las emisiones de GEI de la atmósfera mediante la mejora de los sumideros naturales de carbono (por ejemplo, la conservación de las zonas forestales y la mejora de los ríos y riberas), el desarrollo de nuevos sumideros de carbono (por ejemplo, la repoblación forestal o la implantación de SUDS, sistemas de drenaje sostenible) o la captura y almacenamiento de los GEI creados en las ciudades (por ejemplo, captura del metano procedente de vertederos para generar energía eléctrica).

Los proyectos de captura de carbono a nivel regional son más comunes en las ciudades de los países en vías de desarrollo. Mientras que en los países desarrollados se deben proponer de tal manera que las medidas tomadas para la captura del carbono, como por ejemplo la plantación de árboles o la conservación de los sumideros verdes de carbono, tengan una finalidad relacionada con la protección medioambiental o la conservación de los espacios verdes urbanos sin relacionarlos concretamente con los objetivos de mitigación del cambio climático.



Fig. 5.10 Esquema de sumideros verdes en un entorno urbano. Véase Anexo 1.

La captura del carbono en la mayoría de las ciudades todavía continúa en una fase un tanto precaria. Las tecnologías aún se encuentran en vías de desarrollo en investigación y los sistemas de compensación de emisiones de GEI en las ciudades son poco comunes. Actualmente, la gran parte de las medidas de captura de carbono están relacionadas con los planes de plantación de árboles y la restauración y conservación de sumideros de carbono, en definitiva, zonas verdes.

Evaluando las iniciativas de mitigación del cambio climático en las zonas urbanas se llega a la conclusión de que la información existente sobre el impacto individual y colectivo de las actuales acciones de mitigación es relativamente limitada.

Por otro lado, está claro que existen esfuerzos por alejarse de los sistemas de energía y de transporte que consumen combustibles fósiles, sustituyéndolos por otros que usen energías limpias que tengan mayor fuerza en la reducción de las emisiones de GEI que las medidas a pequeña escala y de corta duración.

Las decisiones sobre las medidas de mitigación que se deben adoptar en cada ciudad vendrán dadas por las circunstancias sociales, políticas y económicas de cada ciudad, y guiadas por la principal importancia del tema a tratar, el cambio climático.

### **5.1.2. Formas de gobernabilidad para la mitigación del cambio climático en las zonas urbanas**

Los municipios han utilizado un pequeño número de diversas “formas de gobernar” para tratar el tema del cambio climático. Según ONU-Hábitat (2011) estas medidas utilizadas por las autoridades municipales, se pueden incluir en cuatro categorías: autonomía, oferta, regulación y apoyo.



Fig. 5. 11 Manifestaciones realizadas en todo el mundo por el cambio climático. Véase Anexo 1.

Estas no son exclusivas entre sí, es decir, se puede utilizar una combinación de varias de ellas. Como no hay una única “receta para el éxito”, se opta por un “mosaico” de planteamientos. Pero, el plan de autonomía sigue siendo la categoría dominante adoptada por los gobiernos municipales como respuesta al cambio climático.

- En la categoría de **autonomía** existen tres medios principales por los cuales las autoridades intentan reducir las emisiones de GEI. El primero consta de la gestión de las construcciones, flotas y servicios municipales; el segundo, hace referencia a las políticas de compras incluyendo la adquisición de energía renovable para el municipio o en el caso del sector del transporte, la compra de combustibles que produzcan bajos niveles de carbono; y la tercera trata de los gobiernos locales quienes podrían servir de ejemplo estableciendo los mejores principios prácticos o demostrando el uso de tecnologías limpias y particulares, o prácticas sociales.
- Tratar el cambio climático mediante la **oferta** de infraestructuras y servicios puede incluir la reducción de la intensidad de carbono de la energía, de los servicios de agua y residuos, la reducción de la huella de carbono del entorno edificado, el desarrollo de métodos sostenibles de desarrollo urbano y el suministro de energía y transporte que produzcan bajos niveles de carbono para las viviendas y negocios comerciales. Esta serie de medidas se dan más en las ciudades de los países desarrollados.
- Mientras que la forma de **regulación** es el plan de gobierno menos utilizado por las autoridades municipales, puede ser muy efectivo en la reducción de las emisiones de GEI. Dentro de esta categoría, se encuentran tres grupos de mecanismos. El primero, trata de los impuestos y el cobro de tasas impuestas a los usuarios por las autoridades locales; el segundo hable del hecho de que la

planificación del uso del suelo es un área donde las competencias municipales son fuertes y pueden ser utilizadas para estipular las densidades en las zonas urbanas y para promover el uso mixto del suelo; el tercero trata del establecimiento de códigos, estándares y normativas. Éste es más común en el campo de la construcción donde los que establecen esas reglas normalmente son los gobiernos nacionales.

- En forma de **apoyo**, los municipios utilizan mecanismos para respaldar la reducción de las emisiones por medio de otros actores locales. Existen tres diferentes enfoques con relación a este punto: implementado diferentes formas de informar y educar a la población; las autoridades municipales pueden hacer uso de incentivos económicos como subvenciones, préstamos y la retirada de subsidios u obstáculos para la adaptación de nuevas tecnologías, para fomentar el uso de tecnologías o para promover un cambio de comportamiento; por último se pueden establecer alianzas con las organizaciones del sector empresarial o con la sociedad civil. Respecto a éste último punto existen dos limitaciones muy importantes, y es que dichas iniciativas son de participación restringida, y su carácter voluntario hace que dependan de la capacidad de las autoridades municipales de convencer a otros para tomen medidas.

Otro asunto a tratar dentro de este apartado es la **colaboración público-privada** realizada en las zonas urbanas para enfrentar el cambio climático. Cada vez son más importantes los actores corporativos, los donantes privados y la sociedad civil, esto indica que las formas de gobierno (casi) privadas – voluntaria, oferta privada y movilización – están también adquiriendo importancia.

Hay tres planes que van ganando terreno en este tema que son aquellos empleados por los gobiernos municipales:

- **Voluntario** – formas simples que promuevan la acción en una organización o entre un grupo de actores públicos y privados, combinando características de las formas de autonomía y regulación detalladas anteriormente.
- **Oferta público-privada** de las infraestructuras y servicios que emiten niveles bajos de carbono, que sustituyen o utilizan paralelamente los planes de gobierno.
- **Movilización** donde los actores privados buscan involucrar otras organizaciones que tomen medidas, como a través de campañas educativas.

Las colaboraciones no deberían tratarse como una panacea, pues la acción coordinada requiere compromisos importantes de los socios y la capacidad de las organizaciones de participar de manera eficaz. (ONU-Hábitat, 2011, 45).





Fig. 5.12 Plataforma para potenciar la colaboración público-privada en España. Véase Anexo 1.

Se concluirá este apartado que habla sobre la mitigación, haciendo un análisis comparativo de los esfuerzos de mitigación realizados a lo largo de la historia, en los que se puede ver que desde 1900 el número de municipios que participan en las medidas de mitigación del cambio climático ha aumentado notablemente en las dos últimas décadas. Esto refleja que este tema está cobrando importancia en el contexto político nacional e internacional, donde los países en desarrollo con crecientes contribuciones en las emisiones globales de GEI como China, India, Brasil, México y Sudáfrica están tomando medidas de mitigación.



Fig. 5.13 Parte de la población toma acción para frenar el cambio climático. Véase Anexo 1.

Los datos recopilados sobre las medidas y estrategias tomadas especialmente por las ciudades de países en desarrollo son más bien escasos. Y a esto hay que sumarle que las pruebas sobre los impactos y eficiencia de las medidas de mitigación del cambio climático son limitadas, y hacer un análisis que compare detalladamente los esfuerzos de mitigación del cambio climático en entornos urbanos es imposible. Sin embargo, se pueden observar tres grandes grupos en los que podemos agrupar las tendencias más importantes:

- El primer grupo es el formado por la mayor parte de las ciudades del mundo donde el cambio climático sigue siendo una tarea poco importante. Además, existen pocos ejemplos de planes a escala global y en los que participen gran número de países para la mitigación del cambio climático en las zonas urbanas. La gestión de la mitigación de este fenómeno la están asumiendo principalmente los gobiernos municipales, y la participación de los actores privados esta adquiriendo cada vez más importancia.
- Un segundo grupo que habla sobre las diferencias regionales en relación con lo que las ciudades están haciendo y el modo en que están actuando. En los países desarrollados, se ha puesto hincapié en el sector de la energía a través del diseño y desarrollo urbanos, el entorno edificado y los sistemas de infraestructuras urbanas, mientras que, en los países en vías de desarrollo, las ciudades han centrado sus proyectos en una línea más amplia de proyectos de infraestructuras en zonas urbanas, en los sistemas de residuos y aguas, y también en los temas de captación del carbono.
- El tercer grupo consta de las diferencias entre las oportunidades y limitaciones a las que las autoridades municipales y otros actores tienen que hacer frente para poder mitigar el cambio climático. En los países desarrollados, la falta de recurso es un gran obstáculo para la actuación, esto se agrava en las ciudades de los países en desarrollo. Esto puede provocar que los futuros esfuerzos de mitigación del cambio climático en los entornos urbanos estén caracterizados por diferencias entre un grupo selecto de ciudades que tenga mejor acceso a los recursos, mayoritariamente en ciudades de países desarrollados.

## **5.2. Propuestas de adaptación**

La adaptación al cambio climático es el medio mediante el cual se abordan los impactos de éste, es decir, son las acciones para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático. La adaptación debe ir de la mano del desarrollo sostenible, y una herramienta para la reducción y prevención de riesgos y catástrofes naturales.

Se debería actuar con urgencia tanto para gestionar los riesgos actuales, como para introducir en el tejido y sistemas urbanos la capacidad de adaptación necesaria frente a los futuros riesgos que se nos puedan presentar. Es bastante más sencillo prepararse ahora para los posibles riesgos relacionados con el clima que puedan suceder en el futuro, por ejemplo, en la expansión de infraestructuras, nuevas construcciones y nuevo desarrollo urbano, que tener que reformar las construcciones, rehacer infraestructuras y reajustar la distribución de asentamientos en el futuro.





Fig. 5.14 El desarrollo urbano debe ir acompañado de la adaptación al cambio climático. Véase Anexo 1.

Lo que se necesita en la gran parte de los centros urbanos es un programa de desarrollo urbano que integre junto a él medidas de adaptación al cambio climático.

Ahora se van a desglosar unos conceptos clave según ONU-Hábitat (2011) para comprender bien el proceso de adaptación en materia de cambio climático.

El concepto de **adaptación** al cambio climático trata de reducir la vulnerabilidad de un sistema (por ejemplo, una ciudad), de un grupo de población (por ejemplo, un grupo vulnerable en una ciudad), o de un particular o familia ante los efectos adversos del cambio climático anticipado.

**Resiliencia (capacidad de recuperación)** es la correcta adaptación, producto de los gobiernos, empresas, sociedad civil, organizaciones, familias y particulares con gran capacidad adaptativa y de prevención de riesgos.



Fig. 5.15 En la actualidad, está aumentando el número de asentamientos informales. Véase Anexo 1.

Dentro del marco europeo sobre adaptación cabe destacar los siguientes acuerdos redactados por la FEMP (2016, 24):

En 2013 la Comisión Europea adoptó una estrategia en materia de adaptación al cambio climático que tiene como fin lograr una Europa más resistente a los impactos negativos del cambio climático, a través de las siguientes medidas:

- Fomento de la adaptación de estrategias integrales de adaptación al cambio climático en los Estados miembros, proporcionándoles fondos para desarrollar estas actuaciones.
- Desarrollo de actuaciones “resistentes al clima” en los sectores más vulnerables, tales como la agricultura o la pesca, promoviendo el uso de seguros contra desastres naturales.
- Creación de la plataforma europea de adaptación al clima “Climate-ADAPT”: ofrece un conjunto de herramientas para la planificación de la adaptación, una base de datos de proyectos y estudios, e información sobre las medidas de adaptación en todos los niveles de gobernanza: desde la escala global hasta el nivel local, incluyendo los niveles nacional y regional.

### **5.2.1. Estrategias para la adaptación al cambio climático en las zonas urbanas**

Hay pruebas de dan constancia de los comienzos de las estrategias de adaptación al cambio climático en algunas ciudades. Pero, son muy pocas las que han planteado estrategias coherentes de adaptación, y mucho menos las que poseen estrategias las cuales hayan empezado a tener influencia real sobre las inversiones públicas o a lograr cambios necesarios en los estándares de construcción e infraestructura y la gestión del uso del suelo.



Fig. 5.16 Lagos (Nigeria) es la mayor aglomeración urbana de África. Véase Anexo 1.



Los componentes fundamentales para el desarrollo y la mejora de las estrategias de adaptación necesitan crear acuerdos entre diferentes grupos interesados, informando sobre las condiciones actuales, iniciando las evaluaciones de riesgo/vulnerabilidad y desarrollando planes estratégicos para toda la ciudad y sus alrededores, y dando apoyo a las respuestas locales de adaptación al cambio climático.

Dependiendo del sector donde se actúe existen un determinado número de intervenciones específicas para la adaptación al cambio climático, todas ellas deben ponerlas en práctica los gobiernos locales. Aquí se expondrá las intervenciones específicas de cada sector (ONU-Hábitat, 2011, 54):

- **Agua:** Ampliación del aprovechamiento de agua de lluvia, técnicas de almacenamiento y conservación del agua, reutilización del agua, desalinización, y eficiencia del uso hídrico y del agua de riego.
- **Infraestructuras y asentamientos:** Reubicación, diques y barreras contra oleaje, consolidación de dunas, adquisición de tierra, y creación de pantanos/humedales para frenar crecimiento del nivel del mar e inundaciones (creación de barreras naturales).
- **Salud humana:** Planes de acción sanitarios relacionados con el calor, servicios médicos de urgencias, mejor vigilancia y control de enfermedades sensibles al clima, y agua sana y mejor saneamiento.
- **Turismo:** Diversificación de los atractivos e ingresos del sector turístico, cambio de las pistas de esquí a mayor altitud y glaciares, e implantación de nieve artificial.
- **Transporte:** Reajuste/reubicación, estándares de diseño y planificación para carreteras, raíles y otras infraestructuras para atender el calentamiento y el drenaje.
- **Energía:** Fortalecimiento de las infraestructuras de transmisión y distribución, cableado subterráneo, eficiencia energética, uso de fuentes renovables, menor dependencia de una única fuente de energía, y mayor eficiencia.



Fig. 5.17 Proyecto de adaptación para el barrio Boston en Cartagena (Colombia). Véase Anexo 1.

La **resiliencia o capacidad de recuperación** no solo es el modo de conseguir lidiar con los riesgos y los impactos del cambio climático, sino también luchar contra un gran número de desafíos que amenazan contra las vidas y medios de sustento de las personas. Por esto, una parte fundamental del desarrollo de la resiliencia es la reducción de la pobreza y mejoras en la calidad de la vida de las personas, principalmente de los sectores pobres de la población, y sobre todo en los países en vías de desarrollo. Todo esto se logra por medio de la mejora de la vivienda, las infraestructuras y los servicios. Es más que probable que la paliación de la pobreza y otras medidas a favor de los pobres en el entorno urbano de muchas de las ciudades de los países en vías de desarrollo sean el único y más importante componente de una estrategia de adaptación al cambio climático.



Fig. 5.18 Colegio flotante en Makoko (Lagos), adaptado a vivir sobre el agua. Véase Anexo 1.

Existen muchas zonas urbanas en ciudades de países en vías en desarrollo que actualmente están comprobando un “déficit de adaptación” en las cuáles las infraestructuras existentes ya son insuficientes para cumplir con las actuales condiciones en materia de clima, de tal manera que es prácticamente imposible que atiendan a aquellas condiciones que surjan como consecuencia del cambio climático. Entonces, la adaptación en estas zonas va totalmente ligada al desarrollo que tenga en cuenta un clima en constante cambio y que indica que el futuro será más hostil para muchos habitantes de los entornos urbanos.

Muchas comunidades ya están tomando acción en actividades que crearán capacidad de recuperación para las familias y los particulares. Aunque las políticas que tratan esta capacidad de recuperación, siguen siendo inasequibles para la gran parte de la población y las empresas, en ciudades de países en desarrollo.

Dentro de los **planes de adaptación**, hay que decir que tienen que ir estrechamente ligados con la **gobernabilidad local**. La capacidad de reacción y la flexibilidad son aptitudes fundamentales para los planes de adaptación. También es importante la participación de los grupos pobres y marginados de la sociedad en la toma de decisiones, para poder mejorar las condiciones de vida de estos grupos de la población. En los entornos urbanos de los países desarrollados se da por hecho que el gobierno local proporcione protección ante los peligros medioambientales, y ayude a crear

capacidad de recuperación ante posibles catástrofes y facilite la adaptación al cambio climático. Mientras que en los países en vías de desarrollo estas prestaciones no existen o solo se destinan a una parte minoritaria de la población

Hablando de la **financiación para la adaptación**; en los países en vías de desarrollo proviene fundamentalmente de dos fuentes: de los fondos destinados al cambio climático de la CMNUCC y a través de la ayuda exterior para el desarrollo. Pero, en la práctica, los fondos disponibles son inadecuados e insuficientes, y no se destinan a los asentamientos urbanos que lo necesitan. A esto hay que sumarle el inconveniente de el hecho de que los países desarrollados puedan escoger utilizar cualquier financiación que proporcionen para estrategias de mitigación, porque tiene que ver más con su propio interés que con la adaptación.

El Fondo de Adaptación se creó para financiar proyectos y programas de adaptación en los países en desarrollo, y en especial en las zonas que se encuentran con mas riesgo a los fenómenos adversos del cambio climático. El desarrollo por obligación, debiera incluir “adaptación” a todos los riesgos de catástrofes y salud ambiental. El gran déficit que existe en adaptación al cambio climático en países en desarrollo, es también un déficit en temas de desarrollo. Se debería prestar más atención a los costes relacionados entre mitigación y adaptación, ya que, los datos de los costes de mitigación parecen ser muy altos, sin embargo, los costes de adaptación, incluyendo los producidos por la CMNUCC, son mucho más bajos, sobre todo en países desarrollados.

Centrándose en los **costes de la adaptación**, las bases para los cálculos exactos sobre los costes de adaptación nacionales y globales no existen. Los cálculos globales se basan en los costes ocasionados a raíz de desastres relacionados con el clima, una base bastante poco adecuada. En las zonas urbanas, los cálculos se en los costes de las infraestructuras de adaptación y en las infraestructuras sociales.



Fig. 5.19 Adaptación del suelo del barrio Boston, para manejo del agua de lluvia. Véase Anexo 1.

La destrucción o los daños ocasionados en las viviendas son algunos de los problemas más comunes e importantes dentro de los causados por los fenómenos meteorológicos extremos. Evaluar los daños sufridos por tales fenómenos en términos de valor de la propiedad afectada o destruida puede ocasionar conclusiones erróneas. Un fenómeno tan devastador para las vidas humanas, como es “perder tu propia casa”, puede tener bajos impactos económicos debido al bajo valor de la vivienda afectada o destruida.

### **5.2.2. Actuación de los gobiernos locales para la adaptación al cambio climático en las zonas urbanas**

Los principales responsables para implementar políticas que traten el cambio climático son los gobiernos locales, muchos de los cuales aún no han actuado con responsabilidad, y esto ha provocado que muchas familias y comunidades se hayan visto obligadas a tomar medidas en materia de adaptación al cambio climático por ellos mismos.

Muchos gobiernos de países desarrollados están elaborando estudios nacionales y llevando a cabo *Programas Nacionales de Adaptación*. Sin embargo, a las zonas urbanas no se les está dando la importancia que tienen en materia de economía. Por esto, se ha indicado que lo que se necesita son *Programas de Adaptación al Cambio Climático en Ciudades* y *Programas de Adaptación Local al Cambio Climático*.

Se va a separar en dos grandes grupos las reacciones de los gobiernos locales, primero se tratará las reacciones llevadas a cabo por los gobiernos locales en países en desarrollo y después, en los países desarrollados.

Hablando de las **reacciones de los gobiernos locales en países en desarrollo**, se detecta que, la primera prueba que demuestra el interés de las autoridades locales o municipales en el cambio climático es el interés en evaluar el nivel y naturaleza de los posibles riesgos. Por el contrario, esto no es una cosa sencilla de llevar a cabo en la gran parte de las ciudades de países en desarrollo por falta de información. Algunas de estas ciudades han iniciado el proceso de reacción a la vulnerabilidad evaluando los posibles riesgos. Y se ha llegado a la conclusión obvia que, aún existe la necesidad de incorporar medidas para gestionar dichos riesgos en los planos de ciudades, el manejo del uso del suelo, inversiones en infraestructuras, prestaciones de servicios, y normativas de construcción y planificación. Hasta el momento se está haciendo muy poco en este sentido.

Pero, pasar de la evaluación de riesgos a las estrategias de adaptación no es tarea sencilla. En África, Sudáfrica es una excepción, ya que ha actuado de forma que ha pasado de la etapa de evaluación de riesgos para discutir lo que se debe hacer para solucionarlos. Varias ciudades de Sudáfrica ya han desarrollado planes para adaptarse al cambio climático. (ONU-Hábitat, 2011).





Fig. 5. 20 Nueva península en construcción que se llenará de rascacielos (Lagos). Véase Anexo 1.

Es importante reseñar que la gran parte de los riesgos que ocasiona el cambio climático en ciudades de países en desarrollo representan un empeoramiento de los peligros ya existentes en la actualidad, causados por la falta de capacidad de los gobiernos locales para gestionar y gobernar las zonas urbanas.

Si se tratan las **reacciones de los gobiernos locales en países desarrollados**, se habla de que varias ciudades en países desarrollados, como son Londres, Melbourne y Rotterdam han dado el primer paso para evaluar nuevos riesgos y peligros que están aumentando y que se espera que surjan con el cambio climático. Incluso ha ido un pasó más allá, identificando las opciones de adaptación, incluyendo todas las medidas específicas de cada sector, hablado anteriormente, que resulten necesarias. Las respuestas de adaptación en las ciudades de los países desarrollados son mucho más fáciles de formular, implementar y financiar, sin la necesidad de contar con el apoyo político necesario. La mayoría de las ciudades no tienen déficit en infraestructuras, cuentan con una amplia gama de regulaciones y controles que reducen los riesgos, y con medidas y acuerdos institucionales que aseguran una respuesta rápida.

Aunque el nivel de los riesgos sea mucho menor y la capacidad de los gobiernos locales sea mejor, no significa que la adaptación al cambio climático esté recibiendo la atención que se merece. Gran cantidad de ciudades relativamente ricas tienen la necesidad de mejorar sus infraestructuras para adaptarse al cambio climático, y muchas ciudades de los países desarrollados necesitan expandir su capacidad para anticiparse a los riesgos climáticos. Además, existen ciudades que hace años se encontraban en zonas fuera de los peligros ocasionados por el cambio climático, pero que ahora sus niveles de riesgo están aumentando. (ONU-Hábitat, 2011).

Ahora se hablará de la **conexión entre la adaptación y la preparación para los desastres**. En los años noventa se empezó a dar atención a la relación entre desarrollo urbano y las consecuencias de los desastres naturales. En América Latina, muchos gobiernos locales empezaron a estudiar este hecho y llevar a cabo medidas de reducción de riesgo de desastres. Todo esto fue promovido por una ola de catástrofes naturales sufridas en una determinada región. Varias naciones transformaron varias agencias de

respuesta a emergencias en sistemas nacionales de reducción de riesgos. Varios gobiernos locales introdujeron en sus programas de desarrollo la reducción de riesgos de desastres a medida que mejoraban las infraestructuras y viviendas en barrios informales de alto riesgo, y mejoraban la gestión del uso del suelo con códigos correspondientes de zonificación y construcción.

Estos sucesos animaron a los países, y a los gobiernos locales y municipales a prestar más atención al nivel y la naturaleza de los riesgos de los desastres, y a empezar a pensar en que las inversiones y medidas adoptadas podrían reducir bastante dichos riesgos. Estos temas tienen gran importancia en cuanto a la adaptación al cambio climático ya que reducen los niveles de riesgo o la exposición a riesgos provocados por fenómenos meteorológicos extremos que el cambio climático está originando, o puede que cause, con mayor intensidad, frecuencia o sin aviso previo. El reto de la adaptación al cambio climático es asegurar que se atiendan al mismo tiempo las necesidades para el desarrollo y las necesidades impuestas por los cambios en el clima.

**Las reacciones de las familias y las comunidades al cambio climático** también es un tema importante a tratar. Las familias y los particulares toman acción para reducir problemas causados por los fenómenos climatológicos como las inundaciones o temperaturas extremas. Se tratan de esfuerzos individuales a corto plazo de reducción de impacto para salvar vidas humanas o proteger sus bienes. Cuando estos grupos son de alto poder adquisitivo esto les permite estar alejados de los peligros, al permitirles adquirir, construir o alquilar viviendas que pueden ser más resistentes al clima extremo en lugares que tienen menos riesgos de sufrir inundaciones. Los grupos de altos ingresos también pueden permitirse sobrellevar las enfermedades o los daños cuando son afectados o cuando sus bienes están dañados. La adaptación por parte de las comunidades reconoce lo importante que es la capacidad local para la adaptación y la participación de los habitantes locales y sus organizaciones de proporcionar la adaptación al cambio climático. Las posibilidades de tomar medidas sobre el cambio climático donde hay organizaciones comunitarias son mayores. En algunos países, ahora existen federaciones nacionales de barrios precarios y tugurios que les respaldan grupos de ahorros de base comunitaria en su fundación. Los préstamos a pequeña escala gestionados por esos grupos de ahorros y reembolsados tras cortos periodos proporcionan capital necesario para las actividades de sustento o como respuesta a los impactos y presiones. Gran parte del proceso de adaptación necesita la instalación y el mantenimiento de infraestructuras y servicios que están a un nivel y coste por encima de la capacidad de los particulares o comunidades. En bastantes países, con gobiernos débiles e incompetentes, o con poblaciones que viven en asentamientos informales, las reacciones de familias y comunidades son a menudo la única respuesta. La reducción efectiva del riesgo es posible si las inversiones y las actuaciones de las familias, las comunidades o los gobiernos van de la mano de un modo coordinado. (ONU-Hábitat, 2011).

Para concluir con este apartado de propuestas de adaptación se hablará de los desafíos que tiene por delante la adaptación al cambio climático.

La mayoría de los entornos urbanos en riesgo por el cambio climático se encuentran en los países en vías de desarrollo. A esto hay que sumarle que, la gran parte de los gobiernos y muchas entidades internacionales prestan poca o ninguna atención a la adaptación en las zonas urbanas.

El reto de mayor importancia y urgencia es reconocer las prioridades de adaptación como un tema central del desarrollo, y también como uno de los principales temas para la fuerza económica y la reducción de la pobreza. Si los objetivos se centraran en las zonas urbanas, aumentaría en consideración la capacidad de adaptación al cambio climático para muchísimas ciudades, especialmente para los sectores más pobres de la sociedad. Sin embargo, los retos contra los que hay que luchar para llevar a cabo la adaptación en los entornos urbanos son muchos. Algunos son:

- En la gran parte de los centros urbanos en desarrollo, donde la inversión es muy limitada, los costes extras de las medidas de adaptación para construcciones realizadas ante futuros riesgos no serán aceptados por aquellos que afirman que hay más prioridades urgentes.
- La actuación eficaz para la adaptación depende casi completamente de la actuación de los gobiernos locales.
- Para las autoridades locales y nacionales de los países con mínimas emisiones de GEI per cápita, no son capaces de justificar a la población los gastos para mitigar el cambio climático ya que son incapaces de por sí, de proporcionar las infraestructuras y prestaciones básicas a la población.
- En cada país y centro urbano, diferentes participantes pueden estar actuando según diferentes puntos de vista en cuanto a la adaptación se refiere, y esto puede entorpecer las acciones de desarrollar respuestas coherentes y globales de adaptación.
- Las entidades internacionales prestan poca atención a la adaptación en las zonas urbanas.
- Proporcionar apoyo internacional promoviendo la efectiva adaptación en entornos urbanos, aspecto que integrado en el desarrollo local resulta problemático.
- Existe poca claridad si hablamos de como la financiación internacional para la adaptación puede trabajar con los gobiernos locales y los grupos de la sociedad civil.
- El fracaso a la hora de mitigar el cambio climático en los países desarrollados creará más problemas de adaptación generalmente en los países en desarrollo.
- Si las ciudades se convierten en destino de grupos de personas que emigran de zonas rurales donde dejaron sus casas debido a los daños ocasionados por el

cambio climático, aumentará el déficit de infraestructuras y probablemente se crearan más asentamientos en zonas peligrosas.

- El fracaso de los gobiernos y entidades internacionales en reducir emisiones globales de GEI y no llevar a cabo medidas de adaptación de las poblaciones rurales y urbanas provocará movimientos de población, aquellos grupos que emigren se volverán más vulnerables a los riesgos climáticos.
- En el caso de los “emigrantes climáticos”, no hay organismo internacional que se ocupe de ellos. Hay peticiones internacionales para tratar los aspectos relacionados con estas víctimas del cambio climático.

### **5.3. Soluciones basadas en la naturaleza**

Tras la exposición de las diferentes propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático, y de haber visto como éstas luchan contra el cambio climático, se va a mostrar como las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) pueden ayudar también en este asunto, siendo uno de los principales caminos a llevar cabo por el desarrollo urbano para poder combatir los perjuicios climáticos y diseñar un entorno urbano más saludable y mejor habitable. Se mostrará el tema centrándose ya en los entornos urbanos, y sobre todo en las ciudades.

Según la Comisión Europea (2019), las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) son “soluciones a desafíos a los que se enfrenta la sociedad que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son rentables y proporcionan a la vez beneficios ambientales, sociales y económicos, y ayudan a aumentar la resiliencia”.

El trabajo se centrará en dos tipos de soluciones basadas en la naturaleza: las relacionadas con el incremento de la presencia de vegetación en las ciudades (renaturalización urbana) y los sistemas de drenaje urbano sostenible, que se abordarán en los siguientes apartados.



Fig. 5. 21 Imagen de un buen ejemplo de ciudad verde en la actualidad. Véase Anexo 1.



Este apartado hará una introducción en el tema exponiendo las **funciones principales del verde urbano** en términos ambientales, sociales, y económicos, para su aplicación y la mejora de las ciudades.

- **Aspectos medioambientales:**

La vegetación puede actuar como un buen **sumidero de CO<sub>2</sub>** mediante el proceso fundamental de la fotosíntesis. Por ejemplo, según Salvo et al. (1993), un haya es capaz de absorber y transformar anualmente la cantidad de CO<sub>2</sub> presente en el aire equivalente al que se encontraría dentro de 800 casas unifamiliares.

Con la implantación de parques, los espacios verdes más influyentes, su vegetación puede utilizarse para **absorber sustancias contaminantes** como son el ozono, el dióxido de azufre e incluso metales pesados, y para **eliminar polvo y agentes patógenos** que se encuentren en el aire. Una zona boscosa puede filtrar más del 86% de las partículas suspendidas en el aire, y una calle con alineaciones de árboles en las aceras cuenta con 10-15% menos de partículas en suspensión. (Martínez Peñalosa, 2017). Elementos como el azufre o el nitrógeno pueden ser asimilados, disueltos en agua o por intercambio gaseoso, a través de las hojas, disminuyendo el nivel de contaminación. Se ha demostrado que un área verde de 500m de anchura puede reducir un 70% el SO<sub>2</sub> procedente de las zonas industriales. Se ha cuantificado que 1Ha de bosque podría almacenar 1,5 Kg de flúor por año, otra sustancia contaminante que se halla en la atmosfera. (Salvo et al., 1993).

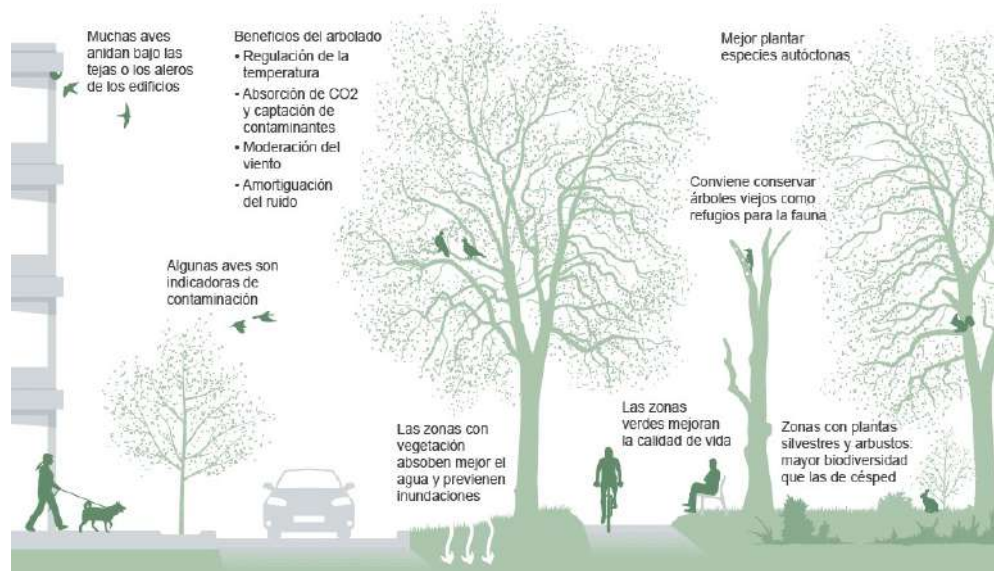


Fig. 5. 22 Esquema de los beneficios del arbolado y las zonas verdes en las ciudades. Véase Anexo 1.

Otra de las ventajas que el verde urbano ofrece es la reducción de gérmenes en la atmosfera, de hecho, el follaje de una zona arbolada puede reducir la concentración de polvo a 30.000 unidades/m<sup>3</sup>. (Martínez Peñalosa, 2017).

Entre los tipos de vegetación más eficaces en esta función están multitud de arbustos bajos, que pueden complementar a una masa arbórea, y especies frondosas como el roble, el nogal, el haya, el arce, la encina, el castaño, el abedul y el chopo.

Otro de los problemas vistos en las ciudades es la inversión térmica y su consecuente isla de calor, debido a la concentración de calor por falta de humedad y de corrientes de aire. Pues bien, la vegetación es uno de los elementos naturales que puede ayudar en el **control de la temperatura**, disminuyendo en consecuencia la intensidad de dichas islas de calor. También, se ha comprobado que el color verde suaviza y disminuye los fuertes brillos y reflejos de luz solar sobre las superficies urbanas, debido a que una zona vegetada posee un albedo (porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma) menor que el de las superficies pavimentadas, absorbiendo la radiación solar y contribuyendo al control de la temperatura.

También el árbol **proporciona sombra** y, por lo tanto, dicho resultado es más efectivo para el problema de la gran cantidad de radiación solar que reciben las grandes plazas y calles en las ciudades. Según Hough (1998) la bóveda arbórea es capaz de asimilar grandes cantidades de energía calorífica y, de hecho, en un espacio abierto, puede reducir la temperatura del aire unos 6°C. Prueba de ello son, como ejemplo, las mediciones realizadas en Alemania para comparar la radiación diaria incidida en una plaza arbolada con la de otra similar sin árboles, dando como resultado una diferencia entre ellas del 256%.

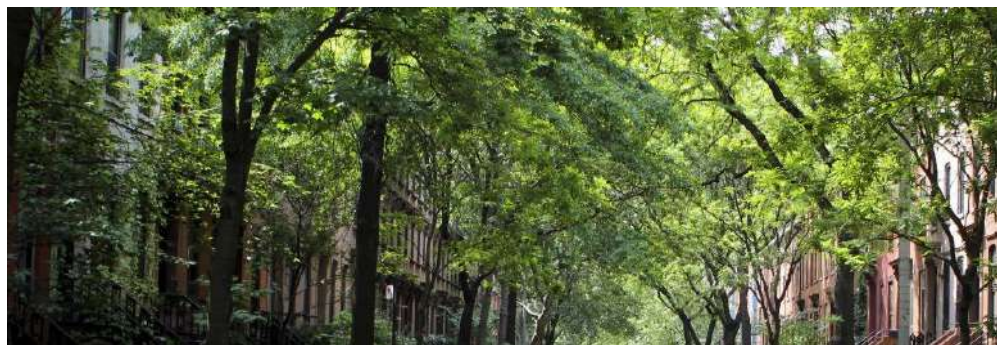


Fig. 5. 23 Las calles mejoran considerablemente con gran cantidad de arbolado. Véase Anexo 1.

También la vegetación situada en **paramentos verticales** puede reducir las temperaturas veraniegas de la calle unos 5°C, y también podría aplicarse a los tejados ya que reciben una alta radiación solar. (Hernández et al., 2013).

Otro factor climatológico que influye es el **viento**. La superficie rugosa de los árboles puede reducir la velocidad del mismo. Puede ser muy efectiva la colocación de árboles en torno a edificaciones específicas (se estima la capacidad de los cinturones protectores de reducir los vientos hasta un 50%). En el caso de calles con gran cantidad de tráfico, los árboles pueden evitar o

atenuar la dispersión de contaminantes que de manera natural los dispersa el viento. (Hernández et al., 2013).

Otro aspecto a señalar, es que el uso de masas vegetales funciona como **barreras o pantallas acústicas** que aíslan al ciudadano del ruido, o que amortiguan la reverberación que se produce en espacios abiertos.

En cuanto a los problemas relacionados con el **ciclo del agua**, cabe destacar la importancia de los bosques: protegen las cuencas fluviales, influyen en el movimiento de agua de la atmósfera al suelo y viceversa, minimizan los efectos de la erosión y las inundaciones, etc... Por lo tanto, las superficies vegetadas tienen un papel fundamental en el ciclo del agua y en su almacenamiento. También, la vegetación realiza una importante tarea en la gestión del agua, algunas especies acuáticas procesan los contaminantes de las aguas residuales bioquímicamente y con este proceso denominado fitodepuración depuran el agua. De ahí que se utilicen como ecosistemas en las EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) y en las SAS (Planta de Tratamiento Séptica). (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig. 5. 24 Amplio espacio público diseñado con soluciones basadas en la naturaleza. Véase Anexo 1.

Por otro lado, la vegetación favorece el **incremento de la biodiversidad**. Y es que, la biodiversidad es un elemento muy importante para la economía y, sobre todo, para la supervivencia y el bienestar. En la actualidad está decreciendo debido a algunas actividades de los seres humanos, como la construcción descontrolada de viviendas, y la sociedad corre riesgo de perder, ya no sólo especies de seres vivos, sino muchos servicios vitales de los que dependen. Casi el 25% de las especies de animales en Europa se encuentran en peligro de extinción. La vegetación ayuda en la aportación de ciertas características y elementos o servicios vitales para la vida de los seres vivos, como son los alimentos, fibras, agua y suelos óptimos, protección frente a depredadores, frente a las inclemencias meteorológicas y frente a



fenómenos como las inundaciones y la erosión. Estas funciones aumentan su efectividad si hay infraestructuras verdes, formando una red de áreas verdes para motivar la biodiversidad. Es importante llevar a cabo un estudio de la vida silvestre de la zona, con investigaciones sobre la vegetación local, y una identificación e implantación de las mejores estrategias, para mantener una variedad saludable de especies de animales y plantas en la región. (Unión Europea, 2011).

- **Aspectos sociales:**

Otro papel del verde urbano es la influencia en la sociología y psicología de las personas. Poder acceder a la naturaleza tiene **efectos en la salud** como reducción del estrés, mejora del ambiente existente, incentivo de la realización de actividades deportivas... Los espacios verdes en las ciudades deben reivindicarse como espacios agradables de **cultivo del civismo**, la convivencia y la cohesión entre la ciudadanía. (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig 5. 25 El parque del retiro en Madrid es utilizado para distintas actividades de ocio. Véase Anexo 1.

- **Aspectos económicos:**

Como ya se ha hablado, el verde produce bienestar y un sentimiento de emoción por la belleza de la naturaleza, lo que lleva también en **términos económicos** a aumentar el valor de barrios y residencias con presencia de árboles y espacios verdes.

Otra forma en que contribuye la vegetación a la economía es en la aportación de **biocombustibles**, como madera o incluso hierba (cada vez más comunidades locales se apoyan de instalaciones de energía centralizadas de este tipo, Energía de Biomasa), o como vuelta al suelo en forma de mantillo disponible en el mercado para la propia jardinería (una forma natural de abono orgánico, Compost).



Por último, en este marco económico, el verde urbano también repercute en la industria del **turismo**. Disponer en las ciudades de ambientes y atmósferas atractivas y de belleza puede incentivar aún más este fenómeno, y el verde puede aportar esas cualidades consiguiendo una oportunidad de diversidad biológica y social, de creación de puestos de trabajo y de mejora de la calidad de vida.

En resumen, el verde aporta oxígeno atrapando el CO<sub>2</sub> suavizando así las temperaturas; reduce la contaminación atmosférica, aísla el ruido, reduce la erosión del suelo, proporciona un hábitat para la biodiversidad de especies animales, y por ello influye positivamente en la psicología de la ciudadanía. En el siglo XXI se debe llegar a un equilibrio entre el desarrollo urbano y el desarrollo natural. Así, personas, edificios y medio ambiente deben considerarse conjuntamente para un desarrollo más armónico del planeta. (Martínez Peñalosa, 2017).

Ahora se hablará sobre el proceso de **renaturalización**, que es el proceso de introducción y desarrollo de espacios de vegetación en la ciudad para hacer de ella un entorno más sostenible, saludable, resiliente y más amable ambientalmente hablando. Se deben crear espacios verdes que formen sistemas o redes, no considerarlos como islas entre las edificaciones, con una jerarquía entre ellos e incluyendo en esa conexión las áreas periurbanas, así se logra el objetivo de facilitar el desarrollo de la biodiversidad. Dentro de esos espacios se incluyen parques, jardines, paseos, anillos o cuñas verdes, riberas de cursos de agua, baldíos, aparcamientos, cubiertas y fachadas verdes, espacios alrededor de equipamientos, bandas verdes en el viario y en las calles...



Fig. 5. 26 Prospect Park en Brooklyn, New York. Véase Anexo 1.

En referencia a la tipología de los espacios de renaturalización, se han establecido cuatro niveles jerarquizados de espacios verdes públicos: primero, el verde asociado a la unidad residencial (vivienda o manzana), en segundo lugar, el verde de la vecindad,

después el verde del barrio, y en mayor categoría es el parque urbano (que abarcan grandes zonas de las ciudades). Pero, no sólo están estas áreas, ya que para conseguir una buena estrategia verde debe incorporar, además, otros distintos tipos de áreas formando una densa red continua. De esa manera, se consigue conectar la ciudad con los barrios periurbanos y se asegura mejorar su calidad, aumentar la función de recreo en el verde y la biodiversidad. (del Caz, 2017).

Incrementar la introducción de verde en las ciudades ya se ha convertido en una prioridad para la óptima habitabilidad, pero debería realizarse de acuerdo con un estudio y una planificación previa para que no aparezcan más inconvenientes que ventajas. Se debe realizar un estudio del caso en cuestión (características físicas, ambientales, sociales...), para que la adecuada vegetación introducida pueda cumplir las funciones descritas y pueda ayudarnos a hacer de la ciudad un ambiente más amable para nuestra habitabilidad.

### **5.3.1. Tipos de soluciones de renaturalización urbana:**

Según Fadigas (2009), el **concepto de espacio verde** se refiere a un conjunto de áreas libres, ordenadas o no, cubiertas con vegetación, cuyos papeles son la protección del medio ambiente en los entornos urbanos, la integración paisajística o arquitectónica, y el ocio. Las **principales formas de espacios verdes** en las ciudades son los parques y jardines urbanos (públicos y privados), a las que se suman las áreas de carreteras y otras infraestructuras urbanas, las laderas con vegetación, la vegetación marginal de los cursos de agua y lagos, los setos y cortinas de protección contra el viento o la contaminación acústica, las áreas verdes en cementerios, las áreas agrícolas y forestales residuales dentro de los espacios urbanos o urbanizables...



Fig. 5. 27 Proyecto del corredor verde en Cali (Colombia). Véase Anexo 1.

La necesidad de la presencia de dichos espacios en un núcleo de población depende por una parte del grado de ruralización que muestre. En aldeas y pueblos en los cuales todavía se desarrollan actividades del sector primario, dicha necesidad se evidencia en



menor medida que en una gran ciudad con otras actividades en las que intervienen, por ejemplo, el tráfico o las fábricas.

Como se ha comentado anteriormente, se debería realizar un estudio previo a la hora de definir una zona verde y algunos de los parámetros que cabe considerar son (Martínez Peñalosa, 2017):

- Características físicas y climáticas de la zona.
- Gestión de recursos.
- Tipología del barrio: residencial, comercial, cercanía de equipamientos... y su contexto socioeconómico.
- Relaciones con el entorno.
- Pirámide de edad de la población.
- Origen del barrio.
- Conocer a los usuarios, sus hábitos y costumbres, con un previo contacto con los vecinos, de esta manera la participación ciudadana siempre garantiza el éxito.

Otro parámetro a tener en cuenta en el diseño es el uso que se le va a dar al área verde: recreativo y lúdico, deportivo, cultural, contemplativo o actividades colectivas.



Fig. 5. 28 Proyecto del corredor verde en Cali (Colombia). Véase Anexo 1.

La diversidad de especies vegetales también puede ser un aspecto a considerar en la planificación de los espacios verdes. El césped es un elemento muy usado en los espacios verdes, pero no es muy adecuado, ya que su mantenimiento es un gasto excesivo de agua, energía, pesticidas... Disponer de **diversas especies de vegetación** acompañadas de cursos o láminas de agua aporta beneficios a un espacio, por sus ventajas ambientales, saludables y las sociales. La ciudad debe desarrollarse e integrarse junto con la evolución de los sistemas naturales. En esta línea, se encuentran los huertos como productores de alimentos, materia, etc, o los parques y resto de espacios como depósitos, humedales o bosques (ejemplos que se desarrollarán más adelante).

En este tema del verde, algo tan sencillo como aprovechar los desechos de la vegetación como productos orgánicos o reutilizar el agua de lluvia para riego contribuyen en el mantenimiento de las zonas verdes ahorrando económicamente. Dentro de esta dirección de la reutilización del agua de lluvia, está el uso de **drenaje natural**, al que contribuyen hierbas altas o arbustos, o el uso de suelos porosos, que a la vez pueden adquirir una belleza permitiendo el crecimiento de vegetación. Es interesante también jugar con las pendientes del terreno y con los **tipos de suelo** de tal manera que se pueden crear almacenajes naturales de agua o recargas de otras zonas.

Entonces, los objetivos patentes son cooperación con los procesos naturales e inspiración con la gestión agrícola y forestal, y algunos temas a tratar en las posibles soluciones son (Hough, 1998):

- Proporción de las diferentes especies según el suelo y el clima.
- Mano de obra, coste, velocidad en el establecimiento de las diferentes plantas.
- Tratamientos de suelos de protección frente a plantas invasoras y roedores.
- Gestión para un bosque.
- Los suelos pobres no son un impedimento con buen drenaje y PH neutro.
- Espacio entre árboles cercano.

Según Hough (1998), distribuir el verde en pequeños espacios situados de forma uniforme resulta más efectivo que concentrarlo en pocos espacios muy grandes y, además, numerosas investigaciones proponen varias posibles soluciones igualmente efectivas, como intervenir en las áreas más cercanas a los edificios y en aparcamientos, crear anillos concéntricos en un intento de combatir la isla de calor urbana... Pero, también existen algunos problemas a la hora de implantar estas propuestas como son el vandalismo o la pérdida de seguridad en zonas de densas vegetaciones. Para poder combatir esto se necesita implantar en la población una fuerte conciencia de lo crucial del tema, informando para buscar el camino hacia el respeto y el cuidado de los espacios verdes.



Fig. 5. 29 Proyecto del corredor verde en Cali (Colombia). Véase Anexo 1.



También hay que prestar atención que, cada espacio e incluso cada ciudad tiene sus **singularidades** y debe estudiarse de forma individual. Sin embargo, se pueden establecer unos principios generales siguiendo las funciones del verde (Martínez Peñalosa, 2017):

- Para el control de la temperatura del aire, es más eficaz disponer de una red de espacios de diferentes tamaños, sobre todo en los centros urbanos.
- Para conseguir **mayor cantidad de humedad**, funcionan mejor los arbustos, hierbas o especies autóctonas tapizantes con uso de técnicas de xerojardinería. Sobre todo, convendría situar barreras vegetales interponiéndose en la dirección de los **vientos dominantes**.
- En cuanto al tema de la **radiación**, ya vimos el uso de árboles de hoja caduca en latitudes intermedias. La posición, la orientación, el tipo de planta y sus dimensiones son aspectos que deberían tenerse en cuenta y si se acompañan de vegetación baja aumenta la efectividad. Otras alternativas son las pérgolas vegetales en paseos y zonas estanciales, y los muros vegetales. Todo ello en función del efecto que se busque.
- Para una **protección frente al viento**, es importante conocer previamente el periodo del año que es necesaria la presencia de vegetación. No sólo para reducir la fuerza del viento, sino que existen casos en los que la vegetación es necesaria para generar sombra y favorecer la aparición de microbrisas.
- Es mejor que exista espacio entre las copas de los árboles y las fachadas, y tampoco se debe superar la altura de las cubiertas. De esta forma, se produce ventilación para **evitar la contaminación atmosférica**. También se debe prestar atención a calles estrechas y a los cruces.
- Ante la presencia de **fuentes de emisión de ruidos**, conviene situar, cercanas a dichas fuentes, zonas bastantes densas de vegetación a diferentes niveles, cuyas dimensiones se adaptarán al tamaño de la fuente emisora.



Fig. 5. 30 Proyecto del corredor verde en Cali (Colombia). Véase Anexo 1.

Vamos a ver a continuación según cómo la ciudad puede ofrecer muchas oportunidades diferentes para la introducción del verde en un intento de mejorar los problemas ambientales presentes.

- **Parques tradicionales:**

Hoy en día es más que nunca urgente la presencia de éstos, al ser los espacios verdes más continuos y mejor comunicados, y deben ofrecer soluciones que se acerquen más a las necesidades de la comunidad.

Existen parques de diferentes tamaños y que deben cumplir parámetros diferentes. Según el tamaño, se encuentran los parques urbanos (>5 Has) para zonas con gran densidad poblacional, parques vecinales (1-5 Has) para barrios densamente poblados, bosques urbanos como lugares de observación e interés medioambientales y de obtención de productos naturales, o parques lineales favoreciendo el tránsito de personas y sus relaciones. (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig. 5. 31 El Campo Grande es el principal espacio verde de Valladolid. Véase Anexo 1.

Algunas de las características de todos ellos son praderas herbáceas y superficies blandas, parterres corridos con setos y otras plantas bajas, macizos de flores y pérgolas vegetales para sombra en áreas de estar y paseos, abundante arbolado, elementos de agua, zonas diferenciadas para actividades como juegos para todas las edades, deporte, reunión y reposo... Por lo tanto, los parques son de carácter predominante vegetal y poseen grandes extensiones de terreno dedicado a dotaciones recreativas y deportivas. (Salvo et al., 1993).

Merecen especial protección los parques históricos, por su valor patrimonial y por la presencia en ellos de ejemplares vegetales antiguos que hay que cuidar y proteger.

- **Plazas y pequeños espacios verdes:**

Son áreas más o menos espaciosas que se encuentran entre las edificaciones. Adoptan soluciones complicadas y funcionan como islas, por lo que interesa que dispongan de plantaciones, sobre todo a modo de pantallas contra el viento en entradas y en zonas de estar y de reunión, y que junto con las calles de alrededor puedan realizar una función biológica conectada.



Fig. 5. 32 Plaza del Museo Patio Herreriano en Valladolid. Véase Anexo 1.

Conviene determinar sus espacios soleados durante el invierno y los sombreados en verano para aportarles confort. También, conviene localizar los vientos dominantes y observar sus efectos para plantear protecciones. Estos parámetros son importantes en la situación de los usos más adecuados según la realidad climática (Martínez Peñalosa, 2017):

- Los árboles de hoja caduca son idóneos para estos espacios, ya que en verano dan sombra y en invierno dejan pasar la luz aportando confort a las zonas de uso.
- Es recomendable combinarlos con setos y plantación baja, para potenciar la protección frente al viento.
- Para una mejor funcionalidad del verde, este crece más saludablemente en puntos con buen soleamiento y es recomendable acompañarlo de suelo permeable para la filtración de agua.
- Si las dimensiones lo permiten, pueden diferenciarse espacios de actividades al aire libre y zonas de juegos infantiles, y una



localización correcta es en áreas soleadas en invierno y sombreadas en verano.

- El mobiliario urbano mas abundante es el banco. Conviene colocarlos en las zonas de confort y entorno a los espacios de actividades que ya hemos hablado.
- Los materiales seleccionados deben corresponder a los efectos que se buscan, así para los bancos son mejores los materiales de baja inercia térmica, y también para los suelos en nuestro clima templado.

- **Áreas Vacantes, baldíos:**

Son lugares con la única presencia de la vegetación naturalizada. Son los lugares donde más se cumplen las funciones ecológicas, por encima de los parques y jardines urbanos de diseño más formal. Incluso, aportan en la regulación de las temperaturas y la humedad.

Se consideran dentro de esta categoría los solares vacíos, las parcelas y naves industriales abandonadas, alguna infraestructura también abandonada como unas antiguas vías de tren, los patios escolares e incluso algún parque. Se puede rehabilitar una zona minera ya que de los desechos tóxicos puede conseguirse el crecimiento de forma natural de hierbas. Lugares terciarios como los espacios entre viviendas adosadas, las cercanías de las carreteras e infraestructuras en general, las esquinas de solares de aparcamiento, y las áreas por lo general con baja presión humana incluyen de la misma manera esa vegetación espontanea, y en ellos se pueden llevar acabo alternativas como introducir flora herbácea nativa y especies de las praderas. (Hough, 1998).



Fig. 5. 33 Proyecto para la línea de ferrocarril en desuso en Singapur. Véase Anexo 1.



Poseen el valor de hacer posible la biodiversidad y de albergar especies amenazadas, cumpliendo un papel ecológico importante. (del Caz, 2013).

En cuanto al proyecto, la planificación debería contribuir a potenciar la función de dichos espacios como biotopos, aportándoles otra forma física para los posibles usos y disfrute de las personas. Es probable que se tenga que realizar una limpieza previa y un mantenimiento posterior, por higiene.

- **Riberas:**

Son lugares con una variedad de singularidades ecológicas, como albergar comunidades animales y vegetales, mostrar atractivos paisajísticos, e influir en aspectos climáticos. Por ello, se debe garantizar su conservación y permitir su acceso al público. (del Caz, 2013).

En muchas ciudades se ha canalizado sus ríos y esto trae a veces consecuencias catastróficas.

Es recomendable no usar pavimentos, que la superficie del terreno sea porosa y natural o blanda; también es preferible no construir carreteras y calles en las mismas orillas de los ríos, los paseos deben estar separados al menos los 5m prescritos en la Ley de Aguas, y que, en su lugar, se encuentre una poderosa presencia de vegetación, sobre arboles haciendo entrantes y salientes del curso de agua. Es mas conveniente, para mejorar el aspecto urbano, no alterar el mayor número posible de zonas en estado natural, conservando hábitats de diversas especies animales y vegetales. Como ya hemos dicho, se pueden incorporar senderos para peatones y ciclistas acompañados de árboles y vegetación nativa, así como lugares de descanso y reposo, para picnic y pesca. Existen casos en que deben respetarse las llanuras de inundación, pero también pueden ser objeto de planificación.



Fig. 5. 34 Foto aérea de la ribera del río Pisuerga en Valladolid. Véase Anexo 1.

Los beneficios son cuantiosos: aumenta la calidad del agua, la biodiversidad y los beneficios ambientales en general, conlleva y gran disminución de la temperatura; pero también ha y que resaltar: su atractivo y las posibilidades de realizar actividades, su uso por parte de la población mejora la calidad de vida de las personas, y también puede ser un punto para la atracción turística. (The Horizon 2020, 2015).

- **Espacios verdes vinculados a equipamientos:**

Habría que reflexionar y tratar los equipamientos como acumulaciones sociales, sobre todo los relacionados con la cultura, lo que los hace ineludibles en el tejido urbano.

Si vemos que un equipamiento aporta una serie de actividades y ventajas al territorio de alrededor, los espacios públicos vinculados al mismo pueden completar esos aspectos. Por lo tanto, debe pensarse en el conjunto en sí mismo, y su estética y los servicios y usos que ofrezcan son aspectos importantes que les confieren fuerza en la ciudad.



Fig. 5. 35 Jardín vertical realizado en la plaza del Caixa Fórum en Madrid. Véase Anexo 1.

En la línea de la introducción del verde en el espacio urbano, tanto los equipamientos como los espacios que los rodean deben presentar un entendimiento y juntos deben promover su uso por parte de la población. En los espacios exteriores vinculados, con frecuencia se desarrolla un diseño formal basado solamente en superficies de césped y deben sustituirse por vegetación de pradera, que demanda menor cantidad de agua y pesticidas, cumple más efectivamente las funciones biológicas, sobre todo en lo que concierne a la fauna. (del Caz, 2013).

Al tratarse de unas instalaciones con un uso mayormente público, el confort y el deleite que aporta la vegetación hace que se puedan incorporar, de la misma forma que en otros espacios, áreas para diferentes actividades, sobre todo de reunión, próximas a la recepción adquiriendo las dimensiones adecuadas, o de estar y espera e incluso para albergar alguna actividad de ocio como juegos para niños.

- **Patios de manzana:**

Estos lugares también se pueden presentarse como una oportunidad de desarrollo de biotopos en la ciudad y de regeneración urbana para su aprovechamiento con equipamientos necesarios. (Martínez Peñalosa, 2017).

Algunos problemas que desarrollan son alta cantidad de humedad, zonas sombrías por los bloques de varias alturas, y reducida o nula existencia de plantas y animales por el mal mantenimiento. Es necesario dar a conocer el reverdecimiento de los mismos, sobre todo en las zonas urbanas con mayor densidad.



Fig. 5. 36 Mercadona diseña cubiertas verdes en los patios de manzana. Véase Anexo 1.

Dentro de esa búsqueda por una red de sistemas verdes, los patios de manzana densamente plantados son una buena aportación. Algunas posibles pautas para llevar a cabo actuaciones son (Martínez Peñalosa, 2017):

- Intentar reverdecer la máxima superficie posible, ya que aumentaría la efectividad de la actuación en cuanto a la mejora sobre la calidad de vida de los vecinos. Incluso se pueden reverdecer las fachadas y los tejados, si es posible.



- Debería cubrirse la menor superficie con pavimento duro e impermeable, solo donde fuera estrictamente necesario.
  - Para su consideración como biotopos urbanos, deben adecuarse las actividades, los usos y los cuidados que en ellos se introducen.
  - No está de más estudiar algunos aspectos de las superficies verdes que se implanten, como el grado de naturalidad, tamaño, estructura y ubicación, diversidad, intensidad de uso...
- **Cubiertas y fachadas verdes:**

Los muros y las cubiertas están consiguiendo un gran auge como oportunidad en la introducción del verde en la ciudad. Estas nuevas superficies de vegetación intervienen en el control climático de forma natural, e incluso en el equilibrio energético, debido a la capacidad de las plantas de la evaporación del agua y otros procesos biológicos. Recordar que las hojas actúan como colectores solares buscando los rayos de luz, y se crean pequeñas corrientes de aire entre ellas y el edificio, obteniendo un efecto refrescante. En invierno, por el contrario, el solape entre las hojas puede tener efecto aislante. En las cubiertas tiene mayor importancia ya que la radiación solar es mayor, sin embargo, dado que los mayores inconvenientes están relacionados con la necesidad de agua de riego y con el mantenimiento, es preferible usar vegetación urbana naturalizada, más resistente y con apenas mantenimiento. (Hough, 1998).



Fig. 5. 37 El Bosque Vertical, diseñado por Stefano Boeri en Milán. Véase Anexo 1.

Según Salvo et al. (1993), cada vez más estudios científicos demuestran la aportación positiva al clima urbano, al bienestar social y a la lucha



contra la polución. En realidad, en muchos barrios de ciudades, estas áreas pueden ser las únicas formas de conseguir verde y cada vez más cantidad de público las reclama. También, estas masas vegetales pueden suponer sustancialmente un aislamiento acústico que absorba y apantalle el ruido de baja frecuencia. También tienen un buen comportamiento de cara al aislamiento térmico y al alargamiento de la vida útil de la cubierta. En climas templados conviene acudir a soluciones de cubierta verde extensiva, con plantas adaptadas a las condiciones térmicas existentes y de baja demanda de agua.

En el caso de las fachadas, también pueden incorporarse plantas trepadoras y colgantes, sobre todo en superficies llanas y amplias para frenar la transferencia o pérdida térmica con el exterior. Un ejemplo de ello es la fachada verde del edificio del Magistrado de Viena donde, gracias a estos hábitats, se ha mejorado el enfriamiento en verano y reducido la pérdida de calor en un 50%, así como las emisiones de gases de efecto invernadero y el efecto isla de calor. (The Horizon 2020, 2015).

- **Jardines privados o semiprivados de las urbanizaciones:**

Estos espacios son casi imprescindibles en áreas extensas de baja densidad, ya que el efecto psicológico que provoca el verde conlleva un aumento del valor de las propiedades. En los jardines privados de estas se encuentran diferencias según el uso de los mismos: el jardín delantero de la vivienda es más visible y está orientado a dar la imagen de la misma, mientras que el trasero se enfoca al ocio y el tiempo libre. (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig. 5. 38 Se debe cambiar la composición, hacia jardines más sostenibles. Véase Anexo 1.

Los espacios más colectivos, en la mayoría de los casos, constituyen ecosistemas pobres, incluso demasiado ordenados, con extensas superficies de césped y con plantaciones bajas no nativas que no aportan ningún beneficio medioambiental. Con un consumo de agua masivo y un uso abusivo de fertilizantes y pesticidas artificiales que se concentran y empobrecen los suelos.

Pero, si se planifican mejor, pueden cumplir funciones climáticas. Por otro lado, las necesidades de estancia y ocio, como juegos para niños y actividades deportivas, las cubren dedicando grandes superficies para ello. Este exceso de uso también es la causa de algunos problemas y se paliaría reduciendo, total o parcialmente, las superficies pavimentadas en aquellas zonas donde se puede implantar sin problema nuevas zonas verdes. Por ejemplo, se pueden reducir a unos pocos caminos. Estudiar cada zona verde ayuda a tomar buenas decisiones, como dotar a cada una de un tamaño adecuado y efectivo, con los objetivos de que se consiga una continuidad con otras áreas verdes o espacios públicos e incluso, en algunos casos, de que aumenten las relaciones espaciales con la ciudad vecina. (Martínez Peñalosa, 2017).

En cuanto a la selección de especies, es conveniente desarrollar jardines seminaturales con mayor cantidad de árboles y con especies vegetales apropiadas, e incluso acompañados de huertos, todo ello en ausencia de pesticidas.

- **Arbolado en las calles, conexión de las zonas verdes:**

Las calles son el principal espacio de interacción y actividad social para las personas y, sin embargo, las ordenanzas municipales otorgan más importancia a los vehículos. Incluso se las puede dar más uso que a los parques. Entonces, cada vez es más necesario incentivar la planificación de plantación de árboles que, además, sustancialmente, ayudan a reducir la contaminación atmosférica, causada por el consecuente tráfico. (The Horizon 2020, 2015).

Las calles con árboles de alineación pueden funcionar como un buen equipamiento, y para ello deben ser plantados adecuadamente en la acera de las calles segregadas o en las peatonales, concediendo un paseo agradable para el peatón. También existen posibles soluciones para el civismo en estos espacios, como son las calles tipo woonerf, o el control sobre el espacio público mediante la prolongación del patio frontal de la propiedad; se puede acompañar de mobiliario urbano, sobre todo juegos para los niños. Para todo esto, es necesario realizar un estudio social de la zona (si las personas trabajan o viven allí), de tal manera que se crea una diversidad social de diferentes intereses. (Hough, 1998).



Fig. 5. 39 Los árboles y la vegetación, una inversión para la salud pública. Véase Anexo 1.

Otra ventaja ya observada es el uso de la vegetación como aislante acústico. En este sentido, el arbolado de alineación puede producir una reducción del ruido, sobre todo en el caso de viviendas en sus primeros pisos. Para aumentar la efectividad, en vez de alcorques aislados, se pueden plantear parterres corridos si las dimensiones de la calle lo permiten, y añadiendo también plantación baja, y superficies blandas. De esta manera, dependiendo de la ordenación urbana de una ciudad la conexión entre espacios verdes puede quedar asegurada.

- **Terraplenes, isletas, medianas del viario público:**

Los nudos y enlaces de las vías de comunicación son una buena oportunidad de crecimiento de diversas especies vegetales. Y es que, las vías de comunicación pueden actuar como corredores verdes para la migración de planta y fauna, favoreciendo la biodiversidad. Existe un especial interés por las vías de ferrocarril, por ser la conexión más corta entre lugares, en algunos lugares han sido rehabilitados algunos tramos abandonados de vía de ferrocarril, incorporando grupos de plantas, caminos para peatones y carril bici.





Fig. 5. 40 Corredor verde en la avenida 23 de mayo en Sao Paulo. Véase Anexo 1.

En las medianas de vías de tráfico intenso y en el comienzo de los trayectos de grandes vías, las barreras o masas vegetales conformadas por arbolado, especies de baja altura y superficies vegetales, como herbaje o vegetación de pradera, constituyen un buen apantallamiento acústico. La formación de laderas no solo aumenta la efectividad por el cambio de rasante, sino que permite la incorporación de más cantidad de verde. En caso de haber una presencia cercana de edificaciones, no es suficiente con una separación razonable, sino que una o dos filas densas de árboles de hoja perenne acompañados de arbustos dan más beneficios. (Salvo et al., 1993). Se debe realizar antes un estudio del tipo de vía y de las características de su entorno, y es muy importante para evitar problemas en la seguridad vial. Por ejemplo, la presencia de árboles con ramas bajas en esquinas de medianas. (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig. 5. 41 Proyecto Vía Verde del Distrito Federal de la Ciudad de México. Véase Anexo 1.



Para las medianas y arcenes de vías muy anchas, se pueden intercalar bandas vegetales incorporando arbolado. Las rotondas e isletas de canalización del tráfico también ofrecen la oportunidad de albergar dichos elementos, siempre que no se interfiera en la visibilidad de los conductores.

- **Parkings públicos:**

Se trata de uno de los lugares urbanos con la imagen más dura, causada por factores como la gran ocupación de extensión, la cantidad excesiva de vehículos o el uso de pavimentos duros e impermeables. Otros inconvenientes, son la utilización de materiales de alta inercia térmica, y que se le da más importancia a la presencia del vehículo que a la de las personas.

Para solucionar estos problemas, se recomienda que las plataformas de estacionamiento se pavimenten con suelos blandos, con zahorras o con piezas prefabricadas de mortero agujereadas, colocadas sobre una capa de arena, y así permiten la permeabilidad del suelo.



Fig. 5. 42 Parking público del Campus Elviña, Universidad de La Coruña. Foto de maps.

Se deben reservar áreas más pequeñas e introducir en ellas parterres con plantas tapizantes y árboles de sombra intercalados entre las plazas de los vehículos. Por último, hay que disponer regueras en los posibles bordillos o alguna canalización que permitan dirigir el agua superficial de las aceras peatonales a estas zonas verdes.

- **Huertos urbanos:**

La forma de vida de las ciudades ha llevado a olvidar los valores rurales en los entornos urbanos, por esto, los animales destinados a ser nuestro alimento tienen prohibida la presencia en las ciudades, y no hay una percepción de los procesos de los alimentos que comemos.

Hoy en día, se aprecia un aumento de la idea de autosubsistencia. En ciudades de países en vías de desarrollo tienen más presente estas prácticas al disponer de menos recursos financieros, de límite de espacio y de energía de transporte, y supone un deber producir alimentos para una gran cantidad de personas. Además, el multiculturalismo en algunas ciudades es la causa de que ciertos barrios adquieran el carácter tradicional de los grupos de inmigrantes que alberga, por lo que se pueden ver “minigranjas” en callejones, tejados, patios traseros, jardines delanteros y traseros.



Fig. 5. 43 Los huertos urbanos son muy positivos para la vida en la ciudad. Véase Anexo 1.

La agricultura está adquiriendo mayor presencia en las ciudades a las que aporta beneficios, como autoabastecimiento, incentivo a la economía, valores paisajistas y cohesión social en el caso de los huertos comunitarios. Puede motivar la concienciación por los problemas ambientales y de salud, y fomentar la educación del público. Se está empezando a mostrar un interés por el origen y los procesos de los productos alimenticios y un deseo por consumir productos locales. Un problema existente en la producción de alimentos es la calidad del suelo, para ello, es conveniente realizar un estudio previo del terreno para evitar problemas para la salud.

Algunas de las áreas donde pueden ubicarse los huertos urbanos son: los parques públicos, incentivando actividades como la jardinería o plantación de vegetación, producción de alimentos y energía, ordenación del paisaje o trabajos manuales como la carpintería, y a eso se suma los beneficios ambientales, sociales, etc..., o los bosques urbanos que pueden mostrarse como “paisajes comestibles” o como lugares de producción y recolección. Por otro lado, en Europa se desarrollan cinturones de huertas como biotopos y como lugares culturales. (Salvo et

alt., 1993). Otros lugares pueden ser las parcelas abandonadas con escombros, vacantes o baldíos; las mismas calles sustituyendo los árboles estéticos y obteniendo la atención y el cuidado de los vecinos; ferrocarril, obras públicas y propiedades de las empresas de servicios públicos, cementerios, tierras industriales...

La ciudad genera gran cantidad de residuos, la agricultura urbana podría aprovecharlos, por ejemplo, el calor desprendido de los edificios puede ser aprovechado por invernaderos, los desechos para aportar nutrientes a la tierra, o reciclar procesos metabólicos urbanos.

- **Polígonos industriales y parques tecnológicos:**

Normalmente, los polígonos industriales se proyectan de acuerdo a principios de zonificación, mediante mallas ortogonales cuyas calles se delimitan a ambos lados por las fachadas de los edificios entre medianeras. También se integran a menudo grandes glorietas en las intersecciones, y las calles tienen una sección de grandes dimensiones. (Martínez Peñalosa, 2017).

Una variante de los últimos tiempos son los parques tecnológicos, núcleos que incentivan el uso del conocimiento, la tecnología y la investigación científica. Muestran una alta calidad en sus instalaciones y espacios libres, con grandes extensiones de espacios verdes formados por céspedes y abundante arbolado, como motivación para la creatividad.



Fig. 5. 44 Parque tecnológico proyectado por Zaha Hadid en Forest Green. Véase Anexo 1.

Para ambos tipos de lugares, se pueden incluir otras alternativas de verde, como parterres corridos con variedad vegetal en aceras y en aparcamientos, ecosistemas en puntos concretos como en las grandes glorietas, cubiertas y fachadas verdes en edificios que lo permitan,



incluso huertos en parcelas vacías o en los espacios vinculados a las edificaciones, estimulando la agricultura y los nuevos conocimientos sobre ella. Sobre esto último, para los polígonos industriales, será necesario un previo estudio ante la posibilidad de terrenos contaminados por productos tóxicos, para tratarlo si es posible. (Hough, 1998).

- **Cementerios-parque:**

Estos tipos de cementerios también deben ser considerados como un espacio verde más de las ciudades y su conexión con el resto resulta de gran importancia. Tradicionalmente han sido lugares para cumplir una función social, pero actualmente se les puede dar otra imagen con otros usos. Al ser unos lugares poco utilizados, dan la oportunidad a varias especies vegetales y animales de subsistir mejor que en otros lugares donde no serían capaces, y esta contribución a la biodiversidad debería ser más incentivada. Si se consigue una buena planificación de los mismos, a nivel ambiental y social los beneficios están asegurados.

Los cementerios-parque son lugares de calidad y albergan casi los mismo elementos y características de un parque tradicional. Por lo que los existentes deben intentar planificarse con la misma idea y en ellos debe aumentar la presencia de árboles ordenados de tal manera que se intercalen entre las tumbas (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig. 5. 45 Los cementerios verdes, un aporte más para la sostenibilidad. Véase Anexo 1.

Su imagen es de lugares de aislamiento y tranquilidad. Así, integrar en ellos espacios como áreas frondosas de suelos tapizados, fuentes o láminas de agua de sonido relajante, paseos y calles de tránsito con alineaciones de árboles, arbustos y plantas herbáceas, y en la intersección

de los mismos, plazas peatonales con presencia de la luz del sol y de vegetación, posibilita la realización de actividades como correr o pasear, relajación y reflexión, incluso estudio de la naturaleza. Por último, suponen razones suficientes para que los viejos cementerios-parque y cementerios forestales ya existentes merezcan una protección.

- **Espacios periurbanos:**

Las zonas verdes en los espacios periurbanos también poseen una gran importancia y aportan grandes beneficios medioambientales a la ciudad.

En la mayoría de los casos, los barrios periféricos están formados por bloques aislados rodeados de una multitud de espacios abiertos, con grandes extensiones decorativas y de estacionamiento. Esto es bastante negativo en términos ambientales, y a esto hay que sumarle que más del 50% de la superficie de las calles se dedica a los vehículos. Con plantaciones de árboles que suelen ser insuficientes por falta de diseño. También, destacan los campos dedicados a actividades deportivas, conformando varias plataformas pavimentadas e impermeables, y los árboles parecen no tener derecho a ocupar un lugar que bien podría ser necesario para generar mayor confort. (Martínez Peñalosa, 2017).



Fig. 5. 46 Proyecto del corredor verde en Cali (Colombia). Véase Anexo 1.

Esta mentalidad debe cambiar y asignar un diseño más lógico a los grandes espacios abiertos de que se dispone: crear y compartimentar diferentes tipos de espacios como jardines de diversidad vegetal, plazas y pequeñas áreas de aparcamiento incorporando arbolado y zonas de separación ajardinadas. De la misma manera, las pistas deportivas deben estar intercaladas con paseos de terraza que contengan parterres y filas de árboles, sobre todo de hoja caduca para mayor comodidad.

Otras características que pueden poseer los bordes de las propias ciudades son: presencia de grandes parcelas vacías pendientes de



ejecución constructiva, extensos cables aéreos del suministro de energía eléctrica a la vista, instalaciones deportivas, para ferias, para centros comerciales y hospitales juntos con sus extensos aparcamientos, polígonos industriales con terrenos a medio construir, y campos agrícolas abandonados que llegan a convertirse en vertederos; y en las afueras de las ciudades más grandes, también se localizan barrios de chabolas, almacenamiento de coches abandonados y de chatarra. Si a esto se le añade los altos bloques modernos mencionados obtenemos un resultado bastante contradictorio a aquella preocupación en el siglo XIX de introducir paseos y bulevares muy vegetados y arbolados, rodeando las ciudades como anillos verdes.

Seguir esa idea del siglo XIX es una buena opción y supone disponer paseos arbolados, mostrando las fachadas principales de los edificios y los patios de servicio y las traseras. Así, se consigue una calidad visual de los bordes urbanos hasta ahora despreciada por la urbanística. Además, los suelos sin planificación pueden albergar nuevos usos forestales. (Martínez Peñalosa, 2017).

También una buena conexión con el verde de los centros de las ciudades es importante, afianzando la idea de una red de espacios verdes y facilitando el acceso de la población a otros puntos de la ciudad. Esto da lugar a cinturones verdes con áreas de diversión, de estar, de educación y cultura, y actúan como protección de la contaminación. Se pueden impulsar actividades como explotaciones agrícolas y ganaderas. También tendría lugar la introducción de paisajes de reforestación con la oportunidad de desarrollar diferentes posibilidades, como actividades económicas primarias, de servicio de hostelería, educativas, deportivas, de ocio y disfrute...



Fig. 5. 47 Proyecto del corredor verde en Cali (Colombia). Véase Anexo 1.



Por último, la presencia de invernaderos, viveros, o centros de recuperación de flora y fauna autóctona es otro propósito interesante en contribución a temas de biodiversidad. (Salvo et al., 1993).

### 5.3.2. Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS):

Ahora se va a hablar de los Sistemas urbanos de drenaje sostenible, que son soluciones basadas en la naturaleza para el tratamiento y manejo del agua. Según la UNESCO estas soluciones están inspiradas y respaldadas por la naturaleza y utilizan o imitan los procesos naturales para contribuir a la gestión mejorada del agua. Una solución basada en la naturaleza puede implicar la conservación o rehabilitación de los ecosistemas naturales y/o la mejora o creación de procesos naturales en ecosistemas modificados o artificiales.

Se debe transformar las ciudades actuales en espacios urbanos mucho más sostenibles y mejor habitables a largo plazo, atajando los problemas de drenaje y clima urbano actuales, a través de sistemas sostenibles, que devuelvan al entorno sus características naturales.

Los diseños para poder solucionar los problemas causados en el funcionamiento de los sistemas de drenaje convencional, en general, siempre han ido enfocados a los temas de cantidad y servicio, que son los percibidos por los ciudadanos. Por tanto, el aspecto de la calidad siempre ha sido olvidado o no tenido en cuenta, manifestándose éste a medio y largo plazo en los ecosistemas receptores.

Los SUDS se basan en reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Su objetivo es minimizar los impactos de desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (en origen, durante su transporte y en destino), así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación. (Fernández Manfredi, 2017).



Fig. 5. 48 Saint Kjeld, barrio adaptado al cambio climático en Dinamarca. Véase Anexo 1.

Pero la utilidad de estas medidas va más allá de la gestión de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia. El sistema concebido inicialmente para resolver problemas en tiempo húmedo, es además útil para gestionar otros tipos de escorrentía superficial en tiempo seco, como la producida por sobrantes de riego, baldeo de calles, vaciado de fuentes y estanques ornamentales, etc...

En este sentido, cabe mencionar la posibilidad de reutilización de las aguas grises de edificios que con un mínimo tratamiento podrían aportar un caudal constante de abastecimiento para ciertos usos que no requieren la calidad del agua potable, como por ejemplo las cisternas de inodoros o el riego de superficies ajardinadas.

Los objetivos de los SUDS se podrían resumir en los siguientes aspectos (Fernández Manfredi, 2017):

- Proteger los sistemas naturales: proteger y mejorar el ciclo del agua en entornos urbanos.
- Integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje: maximizar el servicio al ciudadano mejorando el paisaje con la integración de cursos y/o láminas de agua en el entorno.
- Proteger la calidad del agua: proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas.
- Reducir volúmenes de escorrentía y caudales punta: reducir caudales punta procedentes de zonas urbanizadas mediante elementos de retención y minimizando áreas impermeables.
- Incrementar el valor añadido minimizando costes: minimizar el coste de las infraestructuras de drenaje al mismo tiempo que aumenta el valor del entorno.

La reducción de volúmenes de escorrentía y caudales punta puede solucionar la falta de capacidad hidráulica de la red de colectores convencional.

Por otra parte, la reducción del volumen de escorrentía y caudales punta redundará en un mejor funcionamiento de las estaciones depuradoras, al darse las siguientes condiciones (Fernández Manfredi, 2017):

- Reducción de costes al no alterarse frecuentemente el patrón de contaminantes para el que la depuradora ha sido diseñada.
- Reducción del número de vertidos a la entrada de la depuradora por incapacidad de la misma.
- Reducción de costes al reducirse el volumen de los influentes en las mismas.

Desde esta perspectiva, el empleo de SUDS no sólo mejora la gestión de las aguas pluviales, sino la gestión del agua en general, tanto en cuanto al abastecimiento como al drenaje y posterior tratamiento.



Fig. 5. 49 Saint Kjeld, barrio adaptado al cambio climático en Dinamarca. Véase Anexo 1.

Existen dos tipos de SUDS según la clasificación hecha por GITECO: las medidas no estructurales y las medidas estructurales.

Las **medidas no estructurales** son aquellas que no precisan ni actuación directa sobre la red, ni la construcción de infraestructura alguna. Previenen por una parte la contaminación del agua reduciendo las fuentes potenciales de contaminantes y por otra evitan parcialmente el tránsito de las escorrentías hacia aguas abajo y su contacto con contaminantes. Son las siguientes:

- **Concienciación ciudadana:**

El ciudadano no siempre es consciente de sus actos pueden influir notablemente en la calidad de las aguas de escorrentía, para bien y para mal. Es por ello necesario promover desde la administración pública campañas de información acerca de cómo el ciudadano puede contribuir a mejorar la calidad de dichas aguas.

- **Mantenimiento viario:**

Las principales prácticas de mantenimiento urbano relacionadas directamente con la eliminación de contaminantes de la calle antes de su entrada al caudal de escorrentía.

- **Desarrollo urbanístico:**

La gestión del agua se tiene que integrar en los planes urbanísticos desde la mentalidad de conseguir un drenaje eficiente y sostenible.

Se consideran **medidas estructurales** aquellas que gestionan la escorrentía contaminada mediante actuaciones que contengan en mayor o menor grado algún elemento constructivo o supongan la adopción de criterios urbanísticos. (Fernández Manfredi, 2017).



- **Firme permeable:**

Los firmes permeables forman parte de la tendencia de construcción sostenible como uno de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) más completos. Son secciones compuestas de varias capas de materiales de construcción que permiten el paso del agua a través suyo, desde la superficie hasta la explanada, y en conjunto ofrecen la capacidad portante necesaria para resistir un tráfico determinado.



Fig. 5. 50 Saint Kjeld, barrio adaptado al cambio climático en Dinamarca. Véase Anexo 1.

Además de su función convencional, los firmes permeables permiten incorporar al diseño urbano otras ventajas como el almacenamiento y reutilización de aguas pluviales, o la infiltración a los acuíferos naturales (GITECO).

- **Pozos y zanjas de infiltración:**

Los pozos son sistemas subterráneos de almacenamiento temporal de la escorrentía procedente principalmente de tejados y azoteas. Mediante esta técnica se consigue desconectar estas aguas de la red principal, disminuyendo así el caudal a circular por la red de alcantarillado. No pueden utilizarse en suelos poco permeables y es recomendable que queden algo por encima del nivel freático para permitir infiltraciones al terreno. Como se puede producir la contaminación del suelo en dichas infiltraciones, se aconseja la colocación de algún tipo de filtro en el conducto que transporta el agua hasta el pozo.



Fig. 5.51 Es importante que el agua de las lluvias cumpla su ciclo natural. Véase Anexo 1.

Las zanjas de infiltración son más estrechas y menos profundas que los pozos, siendo más eficientes desde el punto de vista constructivo.

- **Depósito de infiltración:**

Son depresiones en el terreno o embalses poco profundos que se diseñan para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en las superficies adyacentes. El objetivo de estos depósitos es la transformación de un flujo superficial en subterráneo, eliminando los contaminantes mediante filtración, adsorción y transformaciones biológicas. Además de tener capacidad de tratar la contaminación disuelta también tienen capacidad para minimizar los efectos de la contaminación térmica sobre los medios receptores, puesto que la temperatura del agua se temple con el ambiente antes de ser vertida.



Fig. 5.52 Además de su funcionalidad, también son espacios de belleza. Véase Anexo 1.

Suelen ser habituales en zonas verdes deprimidas, como en centro de enlaces y glorietas, cambiando la forma habitual convexa por una cóncava para permitir la retención del agua y su posterior infiltración (GITECO).

- **Cubiertas vegetales:**

Consisten en sistemas multicapa con cubierta vegetal que recubren tejados y terrazas de todo tipo. Están concebidas para interceptar y retener las aguas pluviales, reduciendo el volumen de escorrentía y atenuando el caudal pico. Además, retienen contaminantes, actúan como capa de aislante térmico en el edificio y ayudan a compensar el efecto “isla de calor” que se produce en las ciudades. Fernández Manfredi, 2017).



Fig. 5. 53 Se pueden crear jardines en ellas con grandes aportes positivos. Véase Anexo 1.

- **Rain Gardens:**

Los jardines de lluvia son jardines de vegetación autóctona plantados en una pequeña depresión. Están diseñados para mantener y aprovechar la escorrentía del agua de lluvia proveniente de las cubiertas, caminos y patios o jardines temporalmente. Estos jardines son eficaces en la eliminación de hasta el 90% de los nutrientes y productos químicos y hasta el 80% de los sedimentos de la escorrentía. En comparación con un césped convencional, la infiltración de agua al subsuelo es un 30% superior.





Fig. 5. 54 Deben ser los sustitutos de los jardines con amplios céspedes. Véase Anexo 1.

- **Drenes filtrantes o franceses:**

Son zanjas recubiertas de geotextil y rellenas de material permeable que permiten la filtración del agua que lo atraviesa (proveniente de las superficies impermeables continuas), permitiendo el transporte o almacenamiento temporal de la misma.

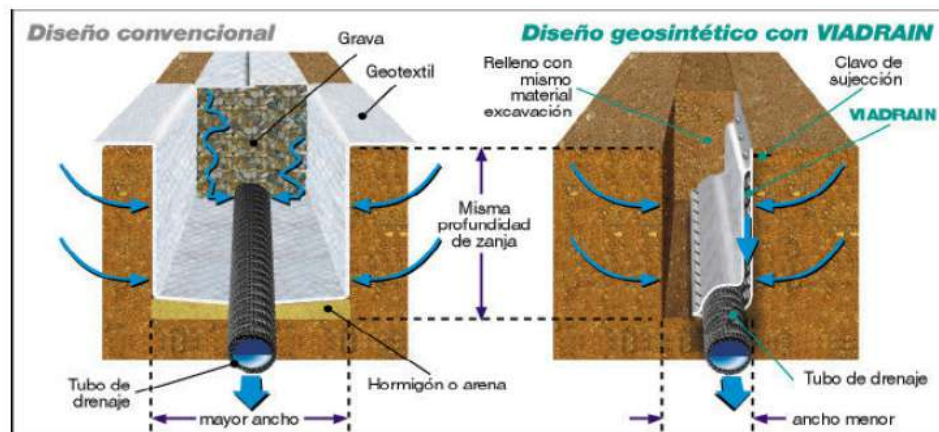


Fig. 5. 55 Permite el uso del agua recogida por filtración. Véase Anexo 1.

Al igual que las zanjas, los drenes pueden contar con diferentes tipos de superficie, según el acabado que se pretenda dar a la zona urbana, permitiendo obtener un aspecto estético agradable gracias a la continuidad que presenta (GITECO).

- **Cunetas verdes:**

Son canales naturalizados que permiten la recogida y transporte de las aguas de lluvia. Sus acabados superficiales son también variados, desde cantos rodados hasta vegetación de ribera, pasando por el césped. Debido a la ocupación superficial que requiere su implantación, no suelen ser

empleados en entornos urbanos muy consolidados y con escasez de espacio disponible. Sin embargo, son muy apropiados para zonas residenciales y de travesía debido a su alto valor estético, dando a la zona un aspecto más natural y generando un entorno más amable para el disfrute residencial (GITECO).



Fig. 5. 56 Son buena opción para las zonas de baja densidad de vivienda. Véase Anexo 1.

- **Franjas filtrantes:**

Son franjas de suelo anchas y con poca pendiente, entre una superficie impermeable y el medio que recibe la escorrentía. Las pendientes de las franjas filtrantes deben ser suaves y la anchura a atravesar por el agua lo mayor posible puesto que a mayor ancho y alta densidad de vegetación se obtiene una mayor capacidad filtrante y un considerable grado de depuración. Las franjas de filtración pueden acoger cualquier forma de vegetación natural, desde un prado hasta un pequeño bosque.

- **Depósitos de detención:**

Los depósitos de detención son sistemas de tratamiento pasivos, es el SUD más parecido a los tanques de tormenta empleados en el drenaje convencional, en lo que al fin se refiere, ya que el objetivo que persigue es el mismo: laminar las puntas de caudal almacenado un volumen concreto del agua de escorrentía, para posteriormente tratarlo o conducirlo a otro medio.

Existen varios tipos: depósitos de detención enterrados o tanques de tormenta, depósitos de detención superficiales, depósitos de detención vegetales, y depósitos de detención no vegetales o Watersquares (plazas de lluvia).





Fig. 5. 57 Waterplein Benthemplein es una plaza de agua en Rotterdam. Véase Anexo 1.

- **Estanques de retención:**

Son zonas de almacenamiento del agua de lluvia con una lámina de agua permanente y presencia de vegetación, tanto acuática como enraizada. Son similares a los depósitos de detención en el caso de que estos tuviesen una lámina permanente de agua, pero presentan un mayor nivel de vegetación. Los estanques proporcionan un tratamiento completo para las aguas de escorrentía urbana, incluso tratamiento de tipo biológico, procurando degradación de contaminantes y fijación de metales pesados (GITECO).



5. 58 Permiten la proliferación de flora y fauna acuática. Véase Anexo 1.



Este tratamiento se proporciona mediante el sistema de lagunaje. Los estanques de retención son pues lagunas artificiales, de profundidad comprendida entre 1 y 1,2 metros.

- **Humedales artificiales:**

Son elementos artificiales, de escasa profundidad y con una elevada densidad de vegetación emergente, propia de pantanos y zonas húmedas. Son altamente efectivos en el control de calidad del agua gracias a la abundante vegetación y, además, también son de utilidad en el control del volumen de la escorrentía.



Fig. 5. 59 Son espacios de gran belleza natural que aportan confort a la vida. Véase Anexo 1.

Comprenden estanques y lagos poco profundos en combinación con zonas pantanosas cubiertas, casi en su totalidad, por vegetación acuática.

Como conclusión, en este apartado se ha mostrado una síntesis de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, que se puede decir que son medidas que se deben tomar tanto a nivel global como a nivel local, y en las cuales la principal responsabilidad la tienen los gobiernos (locales, regionales, nacionales y organizaciones internacionales), que deben trabajar conjuntamente con el desarrollo urbano para conseguir desarrollar unas ciudades y unos entornos urbanos menos vulnerables al cambio climático y que ayuden a que éste sea el mínimo posible. Por último, hemos desarrollado varias propuestas de soluciones basadas en la naturaleza como camino a seguir en los entornos urbanos para también ayudar en este sentido climático y mejorar considerablemente la vida en las ciudades. Es junto con estas propuestas con las que el urbanismo debe marcar el camino a seguir y desarrollar un nuevo enfoque de las ciudades en todo el mundo.

## **6. Incorporación de Soluciones basadas en la Naturaleza a polígonos industriales**

En los apartados anteriores a éste se han analizado las diferentes acciones para luchar contra el cambio climático, sobre todo a un nivel global y posteriormente sobre los entornos urbanos, las ciudades. Es ahora donde el trabajo se centrará en unos entornos más concretos de éstas, como son los polígonos industriales. Y es que, estos son un punto muy crítico a nivel ecológico en las ciudades, ya que son espacios con mucha densidad de naves industriales, sin equipamientos que sirvan a estos lugares, y sin espacios verdes. Apenas existen ejemplos de polígonos en los que se hayan aplicado soluciones sostenibles, y a esto hay que sumarle que son un lugar donde se producen grandes cantidades de contaminantes y donde la infraestructura no está proyectada por métodos y sistemas sostenibles. Por estas razones, este trabajo se ha centrado en las soluciones basadas en la naturaleza para su posterior aplicación en estos entornos.



Fig. 6.1 Proyecto de un Eco Polígono Industrial en Colombia. Véase Anexo 1.

Primeramente, se expondrá brevemente el papel de los polígonos industriales a lo largo de la historia, su función dentro de las ciudades, y como se crearon las actuales áreas industriales en España. Por último, se aplicará lo estudiado en los apartados anteriores en éstos. Aplicando las soluciones basadas en la naturaleza en los polígonos industriales, y cogiendo como caso de estudio el Polígono Argales de Valladolid.

El caso de estudio escogido es el Polígono Argales por la relación de este trabajo con el proyecto INDNATUR. Ya que es aquí donde se va a llevar a cabo dicho proyecto, intentando dar algún aporte a este.

El enfoque de este trabajo va dirigido a estudiar los mismos objetivos y características que tiene el proyecto INDNATUR, coordinado por la tutora de este trabajo. Mejorar la calidad del aire, la isla de calor urbana y la infiltración de agua de lluvia en los polígonos. Demostrar la efectividad y aplicabilidad de las soluciones basadas en la naturaleza en la mejora ambiental de los polígonos industriales y de las empresas instaladas en estos. Generar una nueva cultura sobre la necesidad de contar con la ayuda de la naturaleza para mejorar la calidad de la vida de las personas y ayudar en la

protección del planeta, y en el tema que más se ha centrado este trabajo, el cambio climático. Incrementar la competitividad de las empresas en los polígonos debido a su compromiso con las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Capacitación de personal en las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y generación de empleo verde. Incremento del valor económico y paisajístico de estos espacios urbanos.

### **6.1. El papel de los polígonos industriales en las ciudades españolas**

Los polígonos industriales nacen durante la Primera Revolución Industrial, los primeros ejemplos se construyeron en el siglo XVIII en Gran Bretaña, por la necesidad de dedicar grandes superficies al sector de la industria. Unas décadas después se extienden a gran parte de Europa Occidental y a Norte América. Los polígonos nacen al pasar el país de una economía rural basada en la agricultura, la ganadería y el comercio, a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada.

En España, los polígonos industriales tuvieron una incorporación tardía, un cuarto de siglo más tarde que en los países más avanzados y ya durante la Segunda Revolución Industrial entre 1849 y 1931, utilizados para abastecer de materias primas al mercado de Europa Central.

Según United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) las áreas industriales urbanas se dividen en cinco categorías: zonas económicas especiales, parques industriales, eco parques industriales, parques tecnológicos y distritos de innovación.

Estos espacios tienen que ver con el grado de desarrollo económico del país donde se implanten. Los dos primeros son la base del desarrollo, y los tres siguientes se desarrollan en una segunda etapa en los 80.

Las zonas económicas especiales son las zonas industriales más antiguas. Ya desde el Imperio Romano se pueden detectar zonas separadas de los cascos urbanos de las ciudades, utilizadas por los gobernantes para desarrollar determinadas actividades económicas.



Fig. 6. 2 Foto antigua de Trafford Park en Manchester. Véase Anexo 1.



Si nos remontamos a los años de la Primera Revolución Industrial a la ciudad de Manchester de finales del siglo XIX, se llegó a la situación de que el crecimiento industrial hizo llegar al punto que apenas quedaba espacio para poder instalar nuevas empresas. Debido a esta falta de suelo, los aristócratas ingleses que vivían en las cercanías comenzaron a vender sus cotos de caza, que ya de por sí estaban bastante afectados por la contaminación de las nuevas fábricas. Así en 1894 nació el primer parque industrial de la historia, el famoso parque llamado “Trafford Park”, con sus doce kilómetros cuadrados de superficie y rodeado de canales. Un parque, o más comúnmente llamado polígono industrial, especializado en el sector de la metalurgia y donde en 1911 se instaló la compañía de automóviles Ford. (FEAPE).

El acceso rápido a las vías de navegación, puertos y ferrocarriles era la idea principal de estos primeros parques industriales. Estos parques industriales no eran creados por las autoridades, sino eran producto de los esfuerzos empresarios por generar negocios en mejores condiciones.



Fig. 6. 3 La gran superficie ocupada por Trafford Park en la actualidad (Manchester). Véase Anexo 1.

Después de los años treinta surge por primera vez la idea de planificar la ubicación de Parques Industriales en los dos continentes. Países como Inglaterra, Francia, Alemania, la URSS, Italia y EEUU comienzan a desarrollar Parques Industriales para potenciar sus grandes empresas y apoyar a las pymes. Con la crisis del petróleo de los 70 y el comienzo de la globalización los Parques Industriales, también llamados Polígonos Industriales, se empiezan a construir por todo el mundo, especialmente en los países en vías de desarrollo. Primero en de América Latina y en los años 80, en los países asiáticos donde la exportación de alta tecnología los convierte en Ecoparques, Parques tecnológicos y Distritos de Innovación. (WEB FEAPE).

Esta investigación se centrará en estudiar los llamados polígonos industriales, ya que son los menos desarrollados ecológicamente, dentro de la clasificación hecha por la UNIDO, y también son los más comunes en todas las ciudades de España.

En España, lo que hoy en día conocemos como polígonos industriales, se crearon en la época del desarrollismo franquista con los llamados Planes de Desarrollo Económico y Social. La industrialización contó con la existencia de los denominados polos de desarrollo: zona para la instalación de empresas, preferentemente industriales. Dichos polos fueron ciudades como Valladolid o Vigo, donde se instalaron las fábricas automovilísticas de Renault y Citroën respectivamente).

Hubo tres Planes de Desarrollo (Wikipedia):

- **Prime Plan de Desarrollo (1964-1967):** surgen los polos de desarrollo industrial, con gran peso en ciudades como Valladolid (FASA-Renault), Vigo (Factoría Citroën), La Coruña, Zaragoza y Sevilla. Se centró en el Polo de Promoción Industrial de Burgos y en el Polo Químico de Huelva. Obtuvo buenos resultados económicos.
- **Segundo Plan de Desarrollo (1968-1971):** Los polos de desarrollo industrial de Valladolid, Zaragoza y Sevilla pierden importancia en el año 1970 por unos nuevos considerados prioritarios que son Granada, Córdoba y Oviedo.
- **Tercer Plan de Desarrollo (1972-1975):** Interrumpido por el aumento del precio del petróleo, entre otras razones.

En Castilla y León, a lo largo del siglo XXI se han construido polígonos industriales en todas las ciudades, y en muchos pueblos de la región con una utilización de estos menor de la esperada. De hecho, actualmente muchos de ellos se encuentran desocupados o con gran parte de su superficie e infraestructuras sin utilizar.

## **6.2. Posibles Soluciones basadas en la Naturaleza de aplicación en polígonos industriales. El caso del Polígono industrial Argales**

En este apartado, se verá como las soluciones basadas en la naturaleza se pueden aplicar a los polígonos industriales, siendo este el objetivo principal de estudio de este trabajo de investigación. Para ello explicaremos mediante infografía realizada por el autor, los diferentes métodos que se pueden aplicar en nuestro entorno urbano a estudiar. Se utilizará como caso de estudio el Polígono Argales de la ciudad de Valladolid. Aunque, siguiendo el criterio adecuado dichas soluciones también se pueden aplicar en otros polígonos industriales, ya que estos entornos urbanos son de características muy similares en todas las partes del mundo.

Actualmente, los polígonos industriales son unos entornos urbanos con muchos problemas ambientales, que generan problemas en la salud de las personas, tanto física como psicológicamente, y que no generan confort para sus usuarios.

Esto es debido primeramente a que sus construcciones están hechas con materiales con alta inercia térmica, como el asfalto o las estructuras metálicas, y esto hace que la “isla de calor urbano” aumente considerablemente, si a esto le sumas el alto tráfico rodado de coches y camiones, la temperatura y el porcentaje de contaminantes que hay en el

ambiente se consideran bastante altos. El gran porcentaje de contaminantes en el aire genera problemas en la salud para los trabajadores y usuarios de estos lugares. También se tratará la infiltración de agua de lluvia, llevando a cabo soluciones por medio de sistemas de drenaje sostenible (SUDs).

También la calidad de vida y la forma de utilizar estos ambientes puede ocasionar problemas psicológicos en las personas (por ejemplo, estrés) ya que la principal función de estos entornos es atender a los coches y camiones que circulan por estos, y poder construir el máximo número de naves posibles, para posteriormente alojar el mayor número de empresas posibles, con la ausencia de equipamientos y espacios verdes.

Aquí se va a hacer una propuesta compuesta por soluciones basadas en la naturaleza para poder hacer de estos entornos, unos entornos más sostenibles y más adaptados al problema principal del trabajo, el cambio climático. Para ello, utilizaremos el Polígono Argales, un polígono industrial de Valladolid. Pues bien, como se ha dicho anteriormente, esta propuesta puede servir de ejemplo para otros polígonos industriales de similares características.



Fig. 6. 4 Imagen sacada del Google maps de la vista en planta del Polígono Argales (Valladolid).

El Polígono industrial Argales se sitúa en el margen sur de la ciudad de Valladolid, al lado este del río Pisuerga, cerca de él, entre dos vías de ferrocarril. Al oeste está la línea actual de ferrocarril, a la que tiene adosada unas antiguas instalaciones abandonadas de almacenes que antiguamente estaban relacionados con el ferrocarril, y al este la línea de ferrocarril Valladolid-Ariza, actualmente en desuso, con una estación abandonada. El crecimiento urbano de la ciudad ha hecho que el polígono esté situado dentro de los márgenes de la ciudad, que en un principio estaba situado a las afueras de esta, y muy cerca de varias áreas residenciales.

Realizar un proyecto en el Polígono industrial Argales es una buena oportunidad para crear un buen ejemplo del camino que deben tomar para el futuro el resto de polígonos



industriales ubicados en Valladolid, y para los polígonos del resto de ciudades de la comunidad autónoma.



Fig. 6. 5 Fotomontaje realizado por el autor, propuesta de la renaturalización del Polígono Argales.

En esta infografía se propone una serie de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y de renaturalización, para la mejora de estos entornos urbanos. Pues bien, ahora se va a proceder a explicar dichas propuestas.

En el fotomontaje se puede observar como en los bordes de las calles, usados para aparcamientos, se puede utilizar pavimento permeable (firme permeable), que refleja menos radiación solar y deja que el agua de lluvia puede llegar al subsuelo, siguiendo el ciclo natural del agua. También en los bordes de las aceras se podría usar drenes filtrantes o franceses para recogida de la escorrentía y su posible transporte y reutilización. Como se puede ver en la imagen, en el centro de las calles se puede alojar vegetación, tanto árboles como arbustos, lo que haría que bajara la temperatura y el porcentaje de contaminantes en el ambiente, a su vez que mejoraría la calidad de vida y belleza de estos entornos. Sería interesante también en las aceras colocar arbolado de pequeño tamaño, debido a estas estrechas aceras, con su correspondiente alcorque, o la colocación de filas de pequeños arbustos, que debajo puedan ser franjas de infiltración.

Sería conveniente la colocación de algunos jardines privados o públicos, como se observa a la derecha de la imagen, en pequeños espacios, que puedan actuar como jardines de lluvia (Rain Gardens).

Otro lugar donde se podría intervenir sería en las cubiertas y en las fachadas, generando cubiertas y fachadas verdes, esto sería bueno para la inercia térmica de las construcciones, las cuales serían más impermeables con estas, además de contribuir mucho menos a la “isla de calor”.

Los baldíos, áreas vacías o abandonadas, se podrían aprovechar para la construcción de pequeños parques, al igual que en este caso la estación de ferrocarril adosada a la línea Valladolid-Ariza o las instalaciones de almacenes abandonadas conectadas a la actual vía en uso de ferrocarril, son una muy buena oportunidad de crear un gran espacio verde, es decir, un parque verde. En concreto la zona de almacenes abandonada pegada a la vía de ferrocarril en uso, sería un buen lugar para poder construir un parque verde que mantuviera de forma decorativa algunas de sus antiguas infraestructuras, y donde se podría construir una pasarela para los peatones que conectaría esta zona con el otro lado de la línea del ferrocarril, abriendo esta zona a las zonas de sus proximidades.



Fig. 6. 6 Fotomontaje realizado por el autor, propuesta de la renaturalización del Polígono Argales.

En este otro fotomontaje podemos apreciar que, en el centro de las calles, se pueden diseñar franjas filtrantes, que ayudarían con el tema de inundaciones y hacen que se cumpla el ciclo natural del agua, como se ha visto antes en el apartado de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenibles (SUDS). Y aprovechar las glorietas para alojar arbolado e incluso jardines de lluvia (Rain Gardens).

Es recomendable la incorporación de árboles en lugares estratégicos, como pueden ser dentro de los patios de las diferentes parcelas, esto favorece a la biodiversidad y conecta los diferentes espacios verdes del entorno.

Las zonas de aparcamientos, deberían re proyectarse como parkings verdes, con un pavimento permeable y la incorporación de arbolado verde.

La utilización de los SUDS es importante, ya que los polígonos están compuestos por materiales impermeables, lo que les hace especialmente vulnerables a las inundaciones.





Fig. 6. 7 Fotomontaje realizado por el autor, propuesta de la renaturalización del Polígono Argales.

En este fotomontaje realizado en planta, se puede apreciar la oportunidad de ocupar las medianas del centro de las calles, las glorietas, y las grandes cubiertas. Sustituir las cubiertas actuales, generalmente metálicas, por cubiertas ajardinadas sería una actuación importante y de gran ejecución, pero tendría grandes beneficios en lo que se refiere a la isla de calor urbano. Antes de ocupar los diferentes espacios con vegetación, se debe estudiar el espacio de maniobra de los camiones que utilizan las diferentes instalaciones.

Con la creación de espacios verdes, por ejemplo en áreas abandonadas, sería interesante la integración de depósitos o estanques de retención, que recojan el agua de lluvia para su posterior utilización en las diferentes instalaciones del polígono.

Haciendo una síntesis de los resultados esperados por esta propuesta, se espera la mejora de la calidad del aire de estos entornos, la disminución de la isla urbana de calor, la incorporación de sistemas de drenaje urbano sostenibles para ayudar a la infiltración del agua de lluvia y su posible reutilización en las instalaciones del polígono. La demostración de la efectividad y de la posible aplicación de las soluciones basadas en la naturaleza para la mejora ambiental de los polígonos industriales. Generar una nueva cultura sobre la necesidad de contar con la naturaleza para mejorar la vida de las personas y la lucha contra el cambio climático. Incrementar la competitividad de las empresas de los polígonos en temas de mitigación y adaptación al cambio climático. Captación de personal especializado en las soluciones basadas en la naturaleza y la generación de empleo verde. Por último, incrementar el valor económico de los inmuebles y paisajístico del espacio urbano.



## 7. Conclusiones

El cambio climático debería ser uno de los principales problemas a tratar actualmente, tanto por los gobernantes como por la sociedad entera. Ya se tienen consecuencias irreversibles de él, por lo que se debe actuar con rapidez. El planeta entero está sufriendo sus devastadoras consecuencias, y con él todos sus habitantes, animales y plantas que lo habitan. Debería ser de vital importancia poner todo lo que esté en nuestras manos para luchar contra él, tanto mitigándolo como adaptándose a él.

Las ciudades, especialmente por sus características, son las que más sufren las altas temperaturas, y el alto porcentaje de contaminantes en el aire. Por esto, se debe crear una cultura que unida a un urbanismo sostenible consigan generar nuevos espacios urbanos mucho más acordes con el medio ambiente.



Fig. 7. 1 El cambio climático requiere una respuesta inmediata para poder luchar contra él. Véase Anexo 1.

Este trabajo por una parte aborda las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en las ciudades, y las diferentes medidas en forma de soluciones basadas en la naturaleza para éstas, y por otro lado se centra en unos entornos concretos, los polígonos industriales. Pero el objetivo común de la población y de sus gobernantes debería ser, buscar soluciones ambientales para cada uno de los diferentes espacios urbanos, por medio de las SbN, lo que llevaría no solo a luchar contra el cambio climático, si no, a mejorar considerablemente la vida en los diferentes entornos urbanos, y con esto una mejora en la cultura y en la vida cotidiana de la población. Transformar los entornos urbanos en espacios mucho más naturales, llegar a ser una sociedad que incorpore la naturaleza en sus decisiones y planteamientos.

Para poder conseguir esto, sería necesario concienciar e informar mucho más a la población sobre este tema. Aumentar las campañas publicitarias que informen de las causas, las consecuencias, y las medidas a tomar en cuenta para poder luchar contra el cambio climático. Actuando antes de que sea demasiado tarde.

## 8. Bibliografía

ALTAREJOS GARCÍA, Luis (2007): *Aplicación de sistemas de drenaje urbano sostenible en el desarrollo urbanístico de Paterna (Valencia)*.

COMISIÓN EUROPEA (2015): *Pactos de los Alcaldes sobre el Clima y la Energía*. Disponible en [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TIXKkf4DNMEJ:https://www.pactodelosalcaldes.eu/index.php%3Foption%3Dcom\\_attachments%26task%3Ddownload%26id%3D16+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=es](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TIXKkf4DNMEJ:https://www.pactodelosalcaldes.eu/index.php%3Foption%3Dcom_attachments%26task%3Ddownload%26id%3D16+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=es)

COMISIÓN EUROPEA (2019): *Soluciones basadas en la Naturaleza para la gestión del agua*. Disponible en [https://www.miteco.gob.es/es/agua/formacion/soluciones-basadas-en-la-naturaleza\\_tcm30-496389.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/formacion/soluciones-basadas-en-la-naturaleza_tcm30-496389.pdf)

DEL CAZ, Maria Rosario & TEODOSIO, Annarita (2013): *Natura, città e cambiamento climatico*, En: MOCCIA, Francesco Domenico (2013): *La città sobria*. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.

DEL CAZ ENJUTO, Maria Rosario (2017): “*El papel de la vegetación en la mejora del entorno de los edificios en los procesos de regeneración urbana*” en revista *Urbano. Miscelánea* vol. 20 núm. 35, mayo 2017, Chile. Pp. 102-113. Disponible en <file:///C:/Users/Mateo/Documents/Universidad/8%C2%BA%20curso/TFG%20POLIGONOS%20INDUSTRIALES/2690-10168-2-PB.pdf>

DKV, Instituto de la Vida Saludable (Edición especial 2017): *Observatorio, salud y medio ambiente. Cambio climático y salud. Mayor impacto en los más vulnerables*.

FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS (FEMP, 2016): *Quinto informe sobre las Políticas Locales de Lucha contra el Cambio Climático*. Disponible en [http://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/1505732767\\_0-v-informe-sobre-politicas-locales-de-lucha-contra-el-cambio-climatico-femp\\_0.pdf](http://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/1505732767_0-v-informe-sobre-politicas-locales-de-lucha-contra-el-cambio-climatico-femp_0.pdf)

FERNÁNDEZ MANFREDI, Silvia (2017): *Sistemas de drenaje urbano sostenibles, manual para su aplicación en entornos urbanos*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

GITECO (Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción): Rodríguez Bayón, J., Rodríguez Hernández, J., Gómez-Ullate Fuente, E., Castro Fresno, D., *Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible*. SUDS. Cantabria: Universidad de Cantabria. Disponible en <http://www.caminoispaisvasco.com/Profesion/Publicaciones%20de%20nuestros%20colegiados/suds>

HERNÁNDEZ AJA, Agustín, FARIÑA TOJO, José, FERNÁNDEZ ÁÑEZ, Victoria, GÁLVEZ HUERTA, Miguel Ángel, URRUTIA DEL CAMPO, Nagore (2013): *Manual de Diseño Bioclimático Urbano. Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.

HOUGH, Michael (1998): *Naturaleza y Ciudad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL.

MARIJUAN CUEVAS, Raquel (2019): *Arbolado urbano, pasado y futuro. Análisis de las causas de su desaparición parcial en las ciudades en la segunda mitad del siglo XX. El caso de Valladolid*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

MARTÍNEZ PEÑALOSA, Carolina (2017): *La renaturalización urbana como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental (2015): *Cambio Climático: Mitigación. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de Trabajo III*. Madrid. Disponible en <https://fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/informacion-institucional/guiamitigacioncompleta.pdf>

ONU-HABITAT, equipo central (2011): *Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas. Informe mundial sobre asentamientos humanos*. Río de Janeiro: editorial Earthscan.

SALVADOR PALOMO, Pedro José (2003): *La planificación verde en las ciudades*. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, SL.

SALVO, Ángel Enrique, RUBIO DÍAZ, Alfredo, PÁEZ DE LA CADENA, Francisco, ESCÁMEZ, Antonio, GARCÍA-VERDUGO, Juan Carlos, BALLESTER-OLMOS, José Francisco, SANCHEZ-PRADOS, José Miguel, VALDES, M<sup>a</sup> Rosa (1993): *Naturaleza urbanizada. Estudios sobre el verde en la ciudad*. Secretario de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga.

THE HORIZON 2020, Expert Group on “Nature-Based solutions and Re-Naturing Cities” (2015): *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*. Luxembourg: European Commission. Disponible en <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202>

UNIÓN EUROPEA (2011): *Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Disponible en [https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_es.pdf)

WEB EU: [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es) Visitada: 04/08/2019.

WEB FEAPE: <http://www.feape.online/373-2>

WEB MITECO: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/> Visitada: 30/08/2019.

WEB ONU-Hábitat: <http://www.onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-resilientes> Visitada: 03/08/2019.

WEB UNRIC: <https://www.unric.org/es/cambio-climatico> Visitada: 04/08/2019.

## **9. Anexo 1: documentación fotográfica.**

APARTADO 3: Cambio climático, causas y consecuencias.

- Figura 3.1: página web <https://es.blastingnews.com/ciencia/2019/06/video/el-cambio-climatico-en-groenlandia-y-sus-graves-consecuencias-se-ven-en-una-foto-005185751.html>
- Figura 3.2 y 3.10: DKV, Instituto de la Vida Saludable (Edición especial 2017): *Observatorio, salud y medio ambiente. Cambio climático y salud. Mayor impacto en los más vulnerables*. pp. 7 y 18, respectivamente.
- Figura 3.3: página web <https://gestion.pe/resizer/A0uHqN0BhgMj-K8B-WtkszTY3Tg=/980x528/smart/arc-anglerfish-arc2-prod-elcomercio.s3.amazonaws.com/public/G3F22UFENVGBXD5BOZI2JL24EI.jpg>
- Figura 3.4: página web <https://cdns3.eltiempo.es/eltiempo/blog/noticias/2019/08/03085734/guerra-cambio-climatico--1024x768.jpg>.



- Figura 3.5 y 3.6: página web <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/news/2014/Abril/Greenpeace-muestra-en-una-simulacion-fotografica-los-posibles-efectos-extremos-del-cambio-climatico/>
- Figura 3.7: página web <https://e00-elmundo.uecdn.es/assets/multimedia/imagenes/2017/01/25/14853656788979.jpg>
- Figura 3.8: página web [https://www.eluniversal.com.co/sites/default/files/201605/barrio\\_boston\\_2\\_2.jpg](https://www.eluniversal.com.co/sites/default/files/201605/barrio_boston_2_2.jpg)
- Figura 3.9: página web [http://sirse.info/wp-content/uploads/2017/11/pobreza-poverty-street-2248101\\_1920-800x500\\_c.jpg](http://sirse.info/wp-content/uploads/2017/11/pobreza-poverty-street-2248101_1920-800x500_c.jpg)

#### APARTADO 4: Medidas abordadas a nivel global y a nivel local. La COP 21, un punto de inflexión.

- Figura 4.1: página web <https://ccap.org/the-global-agreement-to-fight-climate-change/>
- Figura 4.2: página web <http://www.altea.es/alteadigital/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/Pacte-alcaldes-web.jpg>
- Figura 4.3: página web <https://www.energiagrancanaria.com/wp-content/uploads/2017/02/pactoalcaldes-1024x350.jpg>
- Figura 4.4: página web <https://municipalismoysolidaridad.files.wordpress.com/2017/05/poster-valorancia-twitter-e1495105232445.png?w=816>
- Figura 4.5: FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS (FEMP, 2016, 16): *Quinto informe sobre las Políticas Locales de Lucha contra el Cambio Climático*. Disponible en [http://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/1505732767\\_0-v-informe-sobre-politicas-locales-de-lucha-contra-el-cambio-climatico-femp\\_0.pdf](http://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/1505732767_0-v-informe-sobre-politicas-locales-de-lucha-contra-el-cambio-climatico-femp_0.pdf)

#### APARTADO 5: Propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático. Soluciones basadas en la Naturaleza.

- Figura 5.1: página web <https://saaccionasostenibilidad.blob.core.windows.net/cache/4/d/c/b/f/8/4dcbf88d6f69cb449cde3865689f5d36319ff0ef.jpg>
- Figura 5.2: página web <https://www.zicla.com/wp-content/uploads/2017/04/10-ciudades-mas-ecologicas-del-mundo.jpg>
- Figura 5.3: página web [https://3.bp.blogspot.com/-fcVuaU\\_DcHc/WrRrL4tsRYI/AAAAAAAAUfw/jBnBcUetUQkAHgS4VQB1VpfQ0DMZU8zigCLcBGAs/s1600/desarrollo%2Burbano%2Bsustentable.jpg](https://3.bp.blogspot.com/-fcVuaU_DcHc/WrRrL4tsRYI/AAAAAAAAUfw/jBnBcUetUQkAHgS4VQB1VpfQ0DMZU8zigCLcBGAs/s1600/desarrollo%2Burbano%2Bsustentable.jpg)
- Figura 5.4: página web <http://www.verdenergias.com/wp-content/uploads/2012/09/en-el-ano-2050-la-energia-mundial-provendra-en-un-95-de-las-energias-renovables.jpg>
- Figura 5.5: página web [https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/wp-content/uploads/2018/10/View\\_from\\_Hallgr%C3%ADmskirkja\\_Reykjavik.jpg](https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/wp-content/uploads/2018/10/View_from_Hallgr%C3%ADmskirkja_Reykjavik.jpg)
- Figura 5.6: página web <http://i2.wp.com/drenajeurbanosostenible.org/wp-content/uploads/2015/11/cambio-climatico.jpg>

- Figura 5.7: página web [https://www.powerfactorco.com/wp-content/uploads/2018/12/65543584\\_m-1024x678.jpg](https://www.powerfactorco.com/wp-content/uploads/2018/12/65543584_m-1024x678.jpg)
- Figura 5.8: página web [https://uecluster.blob.core.windows.net/images/futurosostenible/1509450315\\_las-energias-limpias-moveran-los-aeropuertos-del-futuro-header.jpg](https://uecluster.blob.core.windows.net/images/futurosostenible/1509450315_las-energias-limpias-moveran-los-aeropuertos-del-futuro-header.jpg)
- Figura 5.9: página web <https://i.guim.co.uk/img/static/sys-images/Guardian/Pix/pictures/2015/5/22/1432311617933/de1c4d79-5844-42ed-b043-f0c6f3b0911a-2060x1236.jpeg?width=700&quality=85&auto=format&fit=max&s=3a5af7c8b0f11cd18b867f4097a716e7>
- Figura 5.10: página web <https://www.urbanespora.com/wp-content/uploads/espacios-verdes-en-la-ciudad.jpg>
- Figura 5.11: página web <https://www.ashestolife.es/wp-content/uploads/2019/02/Generacion-Z-Ashes-To-Life-02.jpg>
- Figura 5.12: página web [http://sicasoft.com/wp-content/uploads/2017/05/banner\\_gecv\\_plataforma.jpg](http://sicasoft.com/wp-content/uploads/2017/05/banner_gecv_plataforma.jpg)
- Figura 5.13: página web [https://www.ecoticias.com/userfiles/extra/UVPS\\_241\\_.jpg](https://www.ecoticias.com/userfiles/extra/UVPS_241_.jpg)
- Figura 5.14: página web <https://www.bancomundial.org/content/dam/Worldbank/Feature%20Story/SDN/Urban/BR-urban-favela-scott-wallace-736x423.jpg>
- Figura 5.15: página web <https://s3.amazonaws.com/lahora.prod/file/2018/08/17133328/2-21.jpg>
- Figura 5.16, 5.18 y 5.20: página web [https://elpais.com/elpais/2016/01/11/planeta\\_futuro/1452536004\\_523770.html](https://elpais.com/elpais/2016/01/11/planeta_futuro/1452536004_523770.html)
- Figura 5.17 y 5.19: página web <https://www.eluniversal.com.co/ambiente/que-tan-facil-es-adaptar-un-barrio-de-cartagena-al-cambio-climatico-225875-NQEU331491>
- Figura 5.21: página web <https://www.zicla.com/wp-content/uploads/2017/04/10-ciudades-mas-ecologicas-del-mundo.jpg>
- Figura 5.22: página web [https://3.bp.blogspot.com/-pwXBWrSCp8Y/VzIM8DcqFhI/AAAAAAAAANvs/9ZnHj8qv\\_eM6KuPCbdR83mD11vBi9ExOQCLcB/s1600/\\_noticia\\_normal.png](https://3.bp.blogspot.com/-pwXBWrSCp8Y/VzIM8DcqFhI/AAAAAAAAANvs/9ZnHj8qv_eM6KuPCbdR83mD11vBi9ExOQCLcB/s1600/_noticia_normal.png)
- Figura 5.23: página web [https://2.bp.blogspot.com/-0\\_WRGsTUhco/XHf4B2061KI/AAAAAAAAAFT0/C8Is84zIunk8kI8P6VzQN4jCh4H3Lrc-wCLcBGAs/s1600/cropped-treelined-street.jpg](https://2.bp.blogspot.com/-0_WRGsTUhco/XHf4B2061KI/AAAAAAAAAFT0/C8Is84zIunk8kI8P6VzQN4jCh4H3Lrc-wCLcBGAs/s1600/cropped-treelined-street.jpg)
- Figura 5.24: página web <https://onuhabitat.org.mx/images/onu-habitat/blog/espacio-publico/millenium-park.jpg>
- Figura 5.25: página web <https://media.timeout.com/images/105247316/1372/772/image.jpg>
- Figura 5.26: página web <https://onuhabitat.org.mx/images/onu-habitat/blog/espacio-publico/prospect-park.jpg>

- Figura 5.27, 5.28, 5.29, 5.30, 5.46, 5.47: página web <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/780028/asi-sera-la-segunda-fase-del-corredor-verde-de-cali-en-colombia>
- Figura 5.31: página web <https://www.periodistadigital.com/wp-content/uploads/2018/12/imagen-del-lago-en-el-campo-grande-de-valladolid.jpg>
- Figura 5.32: página web <https://www.valladolid.es/es/actualidad/noticias/patio-herreriano-organiza-mes-agosto-cine-pequenos-museo-ci.ficheros/486272-Patio%20Herreriano%20CARDU%206647.jpeg>
- Figura 5.33: página web <http://www.v-ter.com/images/Lineas-Vida-Nikken-Sekkei-Singapour.jpg>
- Figura 5.34: página web <https://cdn.civitatis.com/espana/valladolid/galeria/rio-pisuerga.jpg>
- Figura 5.35: página web [https://www.envolventesarquitectonicas.es/wp-content/uploads/2016/09/0048\\_CAIXA\\_FORUM-1.jpg](https://www.envolventesarquitectonicas.es/wp-content/uploads/2016/09/0048_CAIXA_FORUM-1.jpg)
- Figura 5.36: página web [https://www.corresponsables.com/sites/default/files/styles/org\\_initiatives/public/c4249\\_may18\\_0745.jpg?itok=EtmB\\_FpC](https://www.corresponsables.com/sites/default/files/styles/org_initiatives/public/c4249_may18_0745.jpg?itok=EtmB_FpC)
- Figura 5.37: página web [https://images.adsttc.com/media/images/564e/7c73/e58e/ce8c/4200/03ad/slideshow/IMG\\_0690.jpg?1447984214](https://images.adsttc.com/media/images/564e/7c73/e58e/ce8c/4200/03ad/slideshow/IMG_0690.jpg?1447984214)
- Figura 5.38: página web <https://i.pinimg.com/564x/79/0b/d2/790bd21faacd3efbe468fdb2b8323749.jpg>
- Figura 5.39: página web <https://jardinessinfronteras.files.wordpress.com/2018/06/guayaquil.jpg?w=816>
- Figura 5.40 y 5.41: página web <https://paisajismodigital.com/blog/jardines-verticales-para-sanear-el-trafico-urbano/>
- Figura 5.43: página web <http://mexico.infoagro.com/wp-content/uploads/2019/02/huerto-urbano.jpg>
- Figura 5.44: página web [https://www.arquitecturayempresa.es/sites/default/files/styles/n1000x540/public/imagenes/noticia/arquitecturayempresa\\_zahadidecopark01.jpg?itok=dgppwWX5](https://www.arquitecturayempresa.es/sites/default/files/styles/n1000x540/public/imagenes/noticia/arquitecturayempresa_zahadidecopark01.jpg?itok=dgppwWX5)
- Figura 5.45: página web <https://destinosactuales.files.wordpress.com/2010/07/p1010262.jpg>
- Figura 5.48, 5.49, 5.50: página web <http://territori.gencat.cat/es/detalls/Article/Tredje>
- Figura 5.51: página web <http://i0.wp.com/sudsostenible.com/wp-content/uploads/2013/10/infiltration-trench-EPA.jpg?zoom=1.25&resize=300%2C226>
- Figura 5.52: página web <https://gicsaecologico.files.wordpress.com/2017/04/20170405-desarrollo-ecolc3b3gico-sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible-gbello.jpg>
- Figura 5.53: página web <http://i1.wp.com/sudsostenible.com/wp-content/uploads/2014/01/sumidero.jpg?resize=768%2C576>



- Figura 5.54: página web <https://static.onecms.io/wp-content/uploads/sites/37/2019/05/21193655/rain-garden-rocks-and-plants-ed331a6b.jpg>
- Figura 5.55: página web <https://construblogspain.files.wordpress.com/2014/01/331.jpg>
- Figura 5.56: página web <https://www.iagua.es/sites/default/files/styles/thumbnail-830x455/public/suds.jpg?itok=d1sw3cgf>
- Figura 5.57: página web <https://land8.com/wp-content/uploads/2015/06/Waterplein-Benthemplein9.jpg>
- Figura 5.58: página web <http://i1.wp.com/sudsostenible.com/wp-content/uploads/2013/10/Retention-Pond-Seattle-High-Point-Neighborhood-fuente-Clean-Water-America-Alliance.jpg?w=640>
- Figura 5.59: página web [https://files.rcnradio.com/public/styles/image\\_834x569/public/2018-07/humedal-santa-maria-del-lago4g\\_0.jpg?itok=drRYcDSK](https://files.rcnradio.com/public/styles/image_834x569/public/2018-07/humedal-santa-maria-del-lago4g_0.jpg?itok=drRYcDSK)

## APARTADO 6: INCORPORACION DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA A LOS POLIGONOS INDUSTRIALES

- Figura 6.1: página web <https://image.slidesharecdn.com/picusuarios10sept-150910194955-lva1-app6892/95/polgonos-industriales-de-colombia-1-638.jpg?cb=1441914666>
- Figura 6.2: página web <http://manchesterhistory.net/manchester/outside/Metroentrance.jpg>
- Figura 6.3: página web [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Aerial\\_photograph\\_of\\_Manchester%2C\\_Salford\\_and\\_Trafford.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Aerial_photograph_of_Manchester%2C_Salford_and_Trafford.jpg)

## APARTADO 7: CONCLUSIONES

- Figura 7.1: página web [https://ep01.epimg.net/elpais/imagenes/2019/03/01/album/1551456345\\_291039\\_1551457104\\_noticia\\_normal.jpg](https://ep01.epimg.net/elpais/imagenes/2019/03/01/album/1551456345_291039_1551457104_noticia_normal.jpg)