



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Máster en Desarrollo Económico Regional y Local y Gestión del Territorio

Problemas de la sostenibilidad urbana y acciones correctoras de las ciudades

Presentado por:

Diego Barragán Tabarés

Tutelado por:

Ramiro García Fernández

Valladolid, 22 de Enero de 2019

Índice

1. RESUMEN	6
2. ABSTRACT	6
3. INTRODUCCIÓN	7
4. DESARROLLO SOSTENIBLE	9
4.1 LA VISIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA SOSTENIBILIDAD	11
4.1.1 Sostenibilidad ambiental	12
4.1.2 Sostenibilidad económica	12
4.1.3 Sostenibilidad social	13
5. EL FENÓMENO DEL CRECIMIENTO URBANO: CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LAS CIUDADES	13
5.1 CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN	13
5.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS	18
6. PROBLEMAS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS CIUDADES .	21
6.1 LOS USOS DEL SUELO	23
6.1.1 Estrategias de usos del suelo	24
6.1.2 Modelos urbanísticos	25
6.1.3 Principios del suelo urbano sostenible	29
6.2 LOS USOS DE ENERGÍA	31
6.2.1 Modelo energético de la ciudad	32
6.2.2 Tipos de rendimiento energéticos de las ciudades	33
6.3 LOS USOS DE AGUA	34
6.3.1 Formas del agua	36
6.3.2 Problemas del uso del agua	37
6.3.3 Gestión del agua en las ciudades	37
6.4 LOS USOS DE MATERIALES DIVERSOS: LA ECONOMÍA CIRCULAR	40
6.4.1 Economía circular	42

6.4.2	Espacio seguro y justo para la humanidad	44
7.	ACCIONES CORRECTORAS DE LAS CIUDADES	46
7.1	SUELOS.....	46
7.1.1	Compactación urbana.....	47
7.1.2	Mejora del diseño urbano	48
7.1.3	Mezcla de usos.....	53
7.2	ENERGÍA.....	56
7.2.1	Movilidad	56
7.2.2	Edificación sostenible	64
7.2.3	Sistemas de iluminación	70
7.3	MATERIALES	74
7.3.1	Ciclo de vida del producto y reducción de usos de materiales	74
7.3.2	Tratamiento de residuos y ley de las tres erres	80
7.4	AGUA.....	84
7.4.1	Reducción de usos	85
7.4.2	Utilización de agua residual.....	88
7.4.3	Utilización de agua pluvial	90
8.	CONCLUSIONES	94
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
	REFERENCIAS WEBGRÁFICAS	99

Índice de gráficos, imágenes, mapas y tablas

Gráfico 1: Población urbana en los años 1995 y 2015 (miles de personas).	14
Gráfico 2: Huella Ecológica de 1961 a 2014.	18
Gráfico 3: PIB per cápita de las zonas urbanas de países de la OCDE de 2000 a 2013.	19
Gráfico 4: Productividad laboral de las zonas urbanas de países de la OCDE de 2000 a 2013.	20
Imagen 1: Objetivos de desarrollo sostenible.	11
Imagen 2: Las tres dimensiones de la sostenibilidad.	12
Imagen 3: Impacto del cambio climático.	22
Imagen 4: Intersección de dos grandes arterias en China provocada por los superbloques.	26
Imagen 5: Manzanas pequeñas vs superbloques.	27
Imagen 6: Ciclo de la energía urbana.	31
Imagen 7: Ciclo del agua en las ciudades.	35
Imagen 8: Ciclo de vida de producto.	42
Imagen 9: Economía circular.	43
Imagen 10: Los límites planetarios y sociales.	44
Imagen 11: Estocolmo.	48
Imagen 12: Plano del Barrio de Vauban.	49
Imagen 13: Barrio de Vauban.	51
Imagen 14: Barrio de Vauban.	52
Imagen 15: Barrio de Vauban.	53
Imagen 16: La ciudad de Masdar.	55
Imagen 17: Mezcla de usos de la ciudad de Masdar.	56
Imagen 18: Aparcamiento de Copenhague.	60
Imagen 19: Escaleras de Copenhague.	60
Imagen 20: Calles empedradas de Copenhague.	61
Imagen 21: Carriles de uso exclusivo para bicicletas.	61
Imagen 22: Puente Bicycle Snake.	62
Imagen 23: Sistema para los semáforos abiertos.	63
Imagen 24: Bicicleta Christiania.	64

Imagen 25: Impacto de los edificios sobre su entorno ambiental.	65
Imagen 26: Torre de Shanghái.	66
Imagen 27: Estructura de la Torre de Shanghái.	67
Imagen 28: Interior de la Torre de Shanghái.	68
Imagen 29: Torre de Shanghái.	69
Imagen 30: Torre de Shanghái.	70
Imagen 31: Luces LED de Valladolid.	72
Imagen 32: Calle Castelar de Valladolid.	73
Imagen 33: Puente de Isabel La Católica.	74
Imagen 34: Ciclo de vida de los productos.	75
Imagen 35: Cama con material natural y renovable.	77
Imagen 36: Estanterías neumáticas.	78
Imagen 37: Lámparas.	78
Imagen 38: Muebles de cartón.	79
Imagen 39: Productos con vidrio.	79
Imagen 40: Ciudad Curitiba.	82
Imagen 41: Curitiba.	84
Imagen 42: Taxi y banco de Denver.	86
Imagen 43: Bidones.	86
Imagen 44: Césped.	87
Imagen 45: Campaña veraniega.	87
Imagen 46: Marquesinas de los autobuses.	88
Imagen 47: Ciclo de las aguas residuales.	89
Imagen 48: Parques de la ciudad de Alicante.	91
Imagen 49: Tanque anticontaminación de Alicante.	92
Imagen 50: Tanque anticontaminación de Alicante.	93
Imagen 51: Parque inundable “La Marjal”.	94
Mapa 1: Población en las zonas urbanas en 1995.	16
Mapa 2: Población en las zonas urbanas en 2015.	17
Mapa 3: Elementos de las ciudades.	24
Tabla 1: Tasa de crecimiento urbano 1995-2015.	15

1. RESUMEN

El modelo urbano es insostenible porque consume muchos recursos, genera muchos residuos, depende de las energías convencionales, provoca un gran impacto sobre el medio ambiente y sus habitantes no tienen una buena calidad de vida.

La ciudad sostenible es un modelo urbano de gran interés desde hace algunos años a nivel mundial por las altas expectativas de futuro desde el punto de vista ecológico, económico, energético y social.

El objetivo del trabajo es analizar los problemas urbanos de la sostenibilidad ambiental y algunas de las principales acciones correctoras que pueden convertir a las ciudades en lugares eficientes, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Además, para conseguir el establecimiento de este modelo urbano es necesario un cambio de mentalidad en la sociedad y en las instituciones gubernamentales.

En el grueso del trabajo hablaremos del desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental, económico y social. Continuaremos analizando el impacto de la concentración de la población y de las actividades económicas en las zonas urbanas.

Profundizaremos en los problemas urbanos desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental en los usos del agua, energía, suelo y materiales.

Por otra parte, hablaremos de las acciones correctoras que se están estableciendo en las zonas urbanas para alcanzar la sostenibilidad ambiental en los cuatro usos mencionados anteriormente.

La ciudad sostenible es el futuro del modelo urbano, depende de las energías renovables, las nuevas tecnologías y de la voluntad ciudadana y gubernamental para alcanzar su desarrollo a nivel mundial.

2. ABSTRACT

The urban model is untenable because it consumes many resources, generates a lot of waste, depends on the conventional energies, it causes a great impact on the environment and its inhabitants do not have a good quality of life.

The sustainable city is an urban model of great interest for some years at the global level due to the high expectations of the future from an ecological, economic, energetic and social point of view.

The objective of the work is to analyze the urban problems of environmental sustainability and some of the main corrective actions that can turn cities into efficient, sustainable and environmentally friendly places.

In addition, to achieve the establishment of this urban model is necessary a change of mentality in the society and in the governmental institutions.

In the bulk of the work we will talk about sustainable development from an environmental, economic and social point of view. We will continue to analyse the impact of population concentration and economic activities in urban areas.

We'll delve into urban problems from the standpoint of environmental sustainability in the uses of water, energy, soil and materials.

On the other hand, we will talk about the corrective actions that are being established in urban areas to achieve environmental sustainability in the four uses mentioned above.

The sustainable city is the future of the urban model, it depends on the renewable energies, the new technologies and the citizen and Government will to achieve their development at a global level.

3. INTRODUCCIÓN

Las ciudades son sistemas complejos y dinámicos, son sistemas abiertos que interactúan entre sí. Son consumidores de materias primas, productores de conocimiento, los motores de la economía mundial y que mantienen una sociedad globalizada que tiene un fuerte impacto en el medioambiente.

Las ciudades actuales tienen graves problemas para su sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, económico y social. Por eso en los últimos años la sostenibilidad ambiental de las ciudades es un tema que está ganando relevancia a nivel mundial porque la sostenibilidad global depende cada vez más de la sostenibilidad urbana.

Como consecuencia de esta situación el medio ambiente está afectado por las actividades humanas, digamos lineales y éstas generan problemas en el medio ambiente.

A diferencia de las ciudades, el ciclo de la naturaleza es sostenible porque está autorregulado y porque tiene un ciclo cerrado. Además, este ciclo no genera residuos porque los residuos de unos son un recurso para otros. Los ecosistemas urbanos no están autorregulados, generan muchos residuos y no tienen ciclos cerrados como los ecosistemas naturales.

Los ecosistemas urbanos son muy frágiles y muy dependientes del exterior para mantener su metabolismo. El principal proveedor de las ciudades es el campo que está fuera del sistema y que cada vez está más alejado de la ciudad. Esto se debe a la creciente dispersión de las ciudades que consumen muchos recursos (agua, energía, suelo, etc.) y que exportan inestabilidad al resto del planeta.

En este trabajo hablaremos del prototipo de ciudad sostenible y de las acciones correctoras del actual modelo.

¿Qué es una ciudad sostenible?

La ciudad sostenible es aquella que es capaz de autoabastecerse energéticamente, mantener adecuadamente los espacios verdes, disponer de un transporte sostenible, ofrecer una buena calidad de vida a sus habitantes, realizar una gestión sostenible de los recursos, reducir sus efectos sobre el medio ambiente, reutilizar los residuos como nuevas materias primas, y que cuenta con la implicación gubernamental para llevar a cabo las funciones urbanas con la participación de los ciudadanos. Además, sigue unos principios ecológicos, educadores y sociales.

Teniendo en cuenta esta situación, los objetivos del presente trabajo de fin de máster son los siguientes:

- Analizar los principales problemas a los que tienen que hacer frente las ciudades desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental.
- Exponer algunas de las acciones correctoras que se están poniendo en práctica para convertir a las ciudades en lugares eficientes, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Para conseguir los objetivos mencionados anteriormente, el trabajo está estructurado de la siguiente forma:

En primer lugar, hablaremos del desarrollo sostenible y profundizaremos en la visión tridimensional de la sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, económica y social.

En segundo lugar, analizaremos el impacto de la creciente concentración de la población y de las actividades económicas de las ciudades y sus consecuencias.

En tercer lugar, abordaremos los principales problemas a los que tiene que hacer frente las ciudades desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental. En concreto, en los usos del agua, energía (actividades productivas, edificios y movilidad), suelo (dispersión del modelo urbano frente a la compactación de las ciudades) y materiales de diferente naturaleza.

En cuarto lugar, hablaremos de las acciones que están poniendo en práctica las ciudades para lograr la sostenibilidad ambiental. En el caso de este trabajo nos centraremos en cuatro puntos que como ya hemos dicho antes son los usos del agua, energía, suelo y materiales de diferente naturaleza. En el caso de los usos del suelo nos centraremos en la compactación urbana, la mejora del diseño urbano y en la mezcla de usos.

En los usos de la energía hablaremos de la movilidad, de la edificación sostenible y de los sistemas de iluminación. En el caso de los usos de materiales hablaremos del ciclo de vida del producto, de la reducción del uso de materiales, del tratamiento de los residuos y de la ley de las tres erres. Y finalmente, en el caso de los usos del agua abordaremos los métodos que reducen los usos, la utilización de agua residual y la utilización de agua pluvial.

Por último, se exponen las conclusiones.

En la elección del presente trabajo ha influido como ya hemos dicho antes el actual interés que existe por la sostenibilidad ambiental de las ciudades y por la creciente preocupación que hay hacia el medio ambiente.

4. DESARROLLO SOSTENIBLE

El concepto de desarrollo sostenible nace en los años 70 en sectores académicos, internacionales y sociales.

Es un término asimilado de la ecología, alude al mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas naturales para mantener a la humanidad en el presente y en el futuro. Abarca diferentes ámbitos (ambiental, económico y social), centra su objetivo en la gestión y planificación del desarrollo urbano y tiene una visión que va de la esfera internacional a la local (Castro, 2004).

Tiene múltiples definiciones, pero seguramente la más conocida es la enunciada en 1987 en el Informe Brundtland, de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU "Nuestro Futuro Común", que se define como "el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas".

Pero es en Río de Janeiro en el año 1992 donde se celebra la primera cumbre de la Tierra cuando se estandariza y a la vez se critica porque la definición confunde el desarrollo con el crecimiento.

Como ya hemos dicho antes no hay una única definición y no vamos a poder encontrar una definición de consenso. Debido a que la definición depende de la visión de futuro, de los valores y del esquema de trabajo mental que cada uno tenga.

El Informe Brundtland plantea un proyecto político-económico-cultural para solucionar los problemas medioambientales derivados del desarrollo económico y de la globalización.

En relación con el informe, Naciones Unidas ha propuesto los Objetivos de Desarrollo Sostenible con un periodo fijado del 2015 al 2030, también conocidos como Objetivos Mundiales. Antes de explicar los objetivos, es importante señalar que hubo una versión anterior que se llamaba Objetivos de Desarrollo del Milenio con un periodo de vigencia del 2000 al 2015, los cuales consiguieron alcanzar sus metas y que gracias a ellos se desarrollaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son 17 objetivos que intentan proteger el planeta, acabar con la pobreza y garantizar una buena vida a todas las personas (Imagen 1). Definitivamente, dicha institución persigue solucionar el problema de la sostenibilidad.

Imagen 1: Objetivos de desarrollo sostenible.

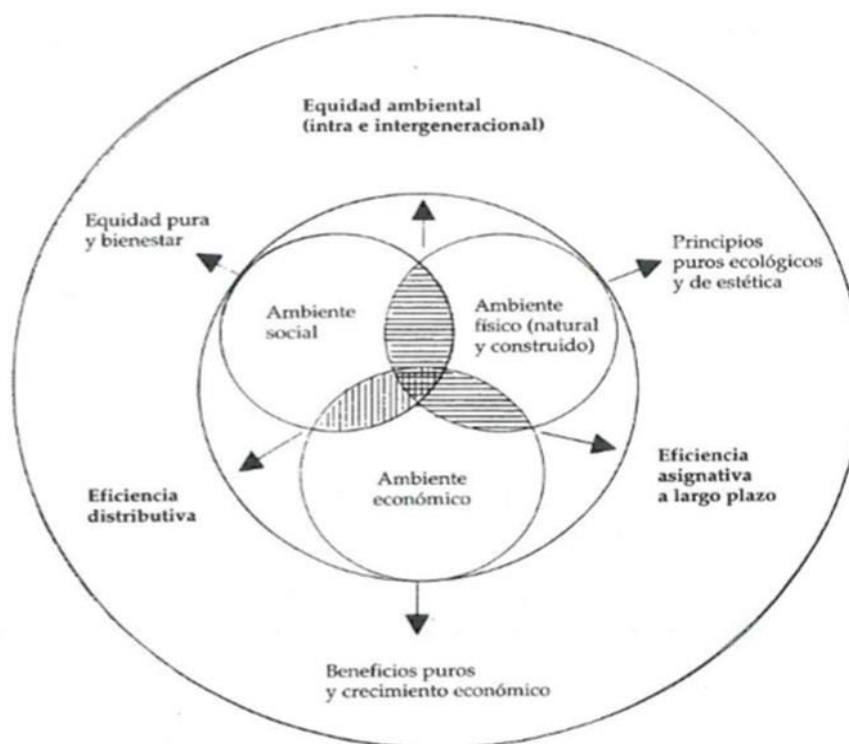


Fuente: ONU (2018).

4.1 LA VISIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA SOSTENIBILIDAD

Munasinghe propuso en 1993 esta visión tridimensional (ambiental, económica y social) y el desarrollo sostenible es integrador de los tres conceptos como se puede observar en la imagen 2 (Camagni, 2005).

Imagen 2: Las tres dimensiones de la sostenibilidad.



Fuente: Camagni, R, (2005, p. 218).

4.1.1 Sostenibilidad ambiental

El desarrollo sostenible mantiene los sistemas que soportan la vida, los procesos ecológicos básicos, el uso sostenible de los ecosistemas y de las especies y, por último, la conservación de la diversidad genética.

Las distintas actividades que se encuentran en la sostenibilidad económica y social son responsables de la protección presente y futura del medioambiente.

4.1.2 Sostenibilidad económica

Tiene dos definiciones:

- 1) El desarrollo sostenible es un conjunto de transformaciones económicas y sociales que garantizan los beneficios de las generaciones presentes sin perjudicar a las generaciones futuras.
- 2) El desarrollo sostenible garantiza el desarrollo económico indefinidamente explotando recursos renovables, sin causar daños al medio ambiente y manteniendo el capital humano.

Las actividades que se encuentran en la sostenibilidad ambiental y social son financieramente viables y rentables económicamente.

4.1.3 Sostenibilidad social

El desarrollo sostenible provoca transformaciones en el ámbito económico, institucional, político, capital social y tecnológico. Por otra parte, incluye cambios en las relaciones entre los países desarrollados y en vías de desarrollo.

Las actividades que se encuentran en la sostenibilidad ambiental y económica buscan la cohesión social y alcanzar los objetivos comunes de la sociedad.

5. EL FENÓMENO DEL CRECIMIENTO URBANO: CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LAS CIUDADES

En este apartado hablaremos del impacto que tiene la concentración de la población y las actividades económicas en las ciudades. Además, veremos que la urbanización está relacionada con el crecimiento económico y el de la población en estas zonas. Observamos que la población se concentra en las zonas urbanas, pero no de manera uniforme y que existen diferencias entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. La mayoría de la riqueza mundial se genera en las ciudades, consume la mayor parte de la energía y producen la mayoría de los residuos.

5.1 CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN

En el año 2000, la población del planeta alcanzó los 6.500 millones de habitantes y esto ha ido en paralelo con el rápido crecimiento del proceso de urbanización de las ciudades (Moreno; Arimah; Otieno; Mbeche-Smith; Klen-Amin; Kamiya, 2016).

La concentración en las ciudades se realiza en zonas donde hay un buen acceso a recursos básicos y las condiciones bioclimáticas son óptimas para la vida humana.

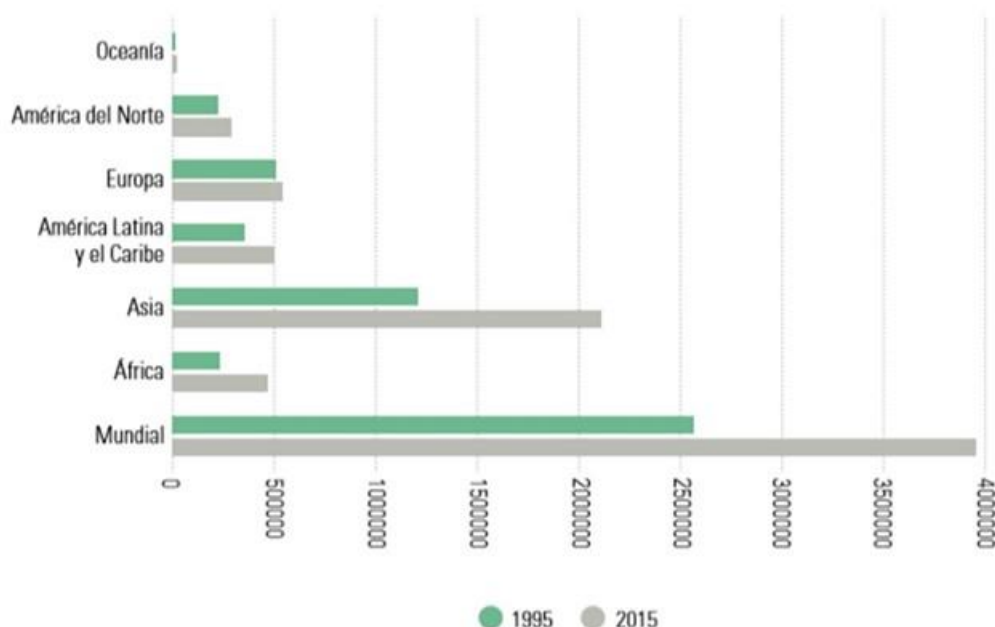
Este incremento de la población en las zonas urbanas se ha debido a que las ciudades se han convertido en polos comerciales, culturales, económicos (creación de empleo), de innovación (tecnología de la comunicación y de la

información) y de inversión (infraestructuras y servicios) aprovechando la aglomeración. Donde sus habitantes tienen una buena accesibilidad a los servicios públicos, pueden alcanzar una buena calidad de vida, una alta producción económica y unas mejoras sociales a escala global.

Desde 1990 se ha producido una creciente concentración de la población urbana en el mundo, de un promedio anual de 57 millones entre 1990 y 2000, a 77 millones entre 2010 y 2015. Según la ONU en 1990, el 43% de la población mundial vivía en áreas urbanas, en 2015 la población mundial se elevó hasta el 54% y se espera que en el 2050 sea el 66% de la población la que resida en las ciudades. Los mayores incrementos se producirán en India, China y Nigeria.

La población urbana no se ha expandido de forma uniforme a lo largo del mundo. La zona urbana con mayor número de habitantes es Asia (53%), seguido de Europa (14%) y África, América Latina (13%) (Gráfico 1). En Asia viven 2.110 millones de personas en las ciudades y gracias a esta situación Asia concentraba el 33% de la producción mundial de 2010. Como ya hemos dicho antes el crecimiento económico está relacionado con la urbanización, por eso China que es un país urbanizado e industrializado tiene un elevado PIB.

Gráfico 1: Población urbana en los años 1995 y 2015 (miles de personas).



Fuente: Moreno, E.; Arimah, B.; Otieno, R.; Mbeche-Smith, U.; Klen-Amin, A.; Kamiya, M, (2016).

Las tasas de crecimiento urbano han sido más rápidas en algunas zonas que en otras (Tabla 1). Antes de analizar los datos, es importante recalcar que

independientemente de las tasas de crecimiento actuales, la zona más urbanizada es Europa porque el proceso de urbanización comenzó antes que en otros lugares. La tasa de crecimiento más rápida entre 1995 y 2015 se produce en las zonas menos desarrolladas del mundo, como por ejemplo África y las zonas más desarrolladas crecen más despacio, como por ejemplo Europa. La tasa de crecimiento urbana de África es 11 veces mayor que la de Europa y este incremento de África es debido sobre todo al incremento natural, la migración rural-urbana, los conflictos bélicos y los desastres naturales.

Para África es un reto, con los pocos recursos de los que dispone, construir y mantener las infraestructuras y servicios necesarios para su creciente población. Por otro lado, el suelo ocupado por las ciudades se ha incrementado a una tasa mayor. Con una muestra de 120 ciudades analizadas entre 1990 y 2000, observamos que la población se incrementó en un 17% mientras que el área urbana creció en un 28% y se espera que para 2030 la población urbana de los países desarrollados se duplique y las áreas urbanas se triplique.

Tabla 1: Tasa de crecimiento urbano 1995-2015.

Región/Zona	Tasa media de variación anual de la población urbana (%)				Todo el periodo (%)
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	1995-2015
Mundo	2,13	2,27	2,2	2,05	2,16
Países de altos ingresos	0,78	1	1	0,76	0,88
Países de medios ingresos	2,74	2,77	2,61	2,42	2,63
Países de bajos ingresos	3,54	3,7	3,7	3,77	3,68
África	3,25	3,42	3,55	3,55	3,44
Asia	2,79	3,05	2,79	2,5	2,78
América Latina y el Caribe	2,19	1,76	1,56	1,45	1,74
Europa	0,1	0,34	0,34	0,33	0,31
América del Norte	1,63	1,15	1,15	1,04	1,24
Oceanía	1,43	1,49	1,78	1,44	1,53

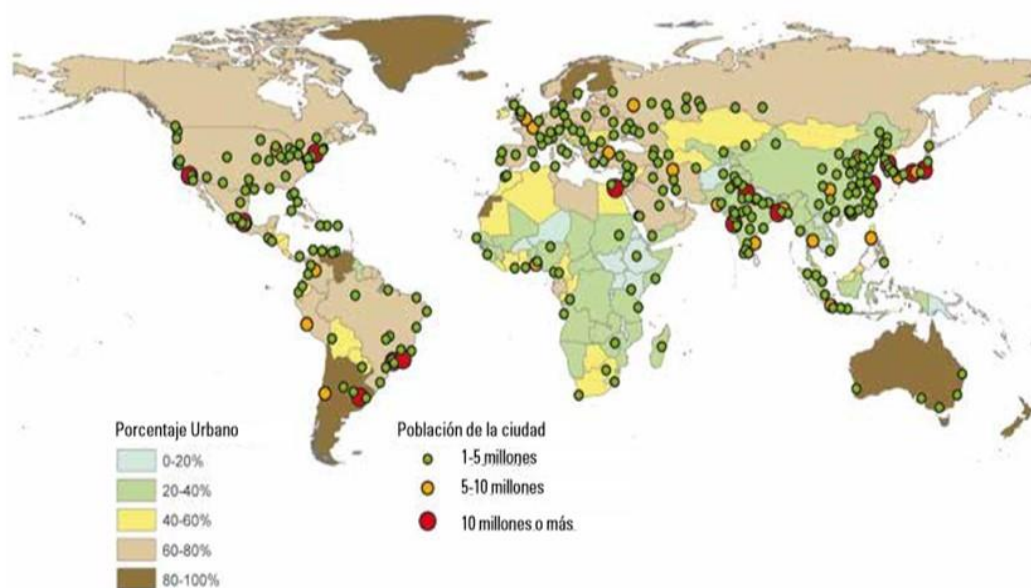
Fuente: Elaboración propia con datos de Moreno, E.; Arimah, B.; Otieno, R.; Mbeche-Smith, U.; Klen-Amin, A.; Kamiya, M, (2016).

Otro aspecto importante es que en estos últimos años han surgido grandes ciudades y mega ciudades, en concreto en las zonas del mundo con bajos y medianos ingresos (Mapa 1 y Mapa 2). Las grandes ciudades son aquellas que tiene entre 5 y 10 millones de habitantes y las mega ciudades son aquellas que tienen más de 10 millones de habitantes. En ambos casos se ha producido un incremento importante, porque en 1995 había 22 grandes ciudades, y 14 mega ciudades y en el año 2015 había 44 grandes ciudades, y 29 mega ciudades. La

ONU estima que en 2025 existirá 12 ciudades con más de 20 millones de habitantes, esto se da sobre todo en los países en vías de desarrollo.

La mayoría de las mega ciudades se encuentran en los países en desarrollo como África, América Latina y Asia. Las grandes ciudades y las mega ciudades tienen una gran influencia en la economía global.

Mapa 1: Población en las zonas urbanas en 1995.



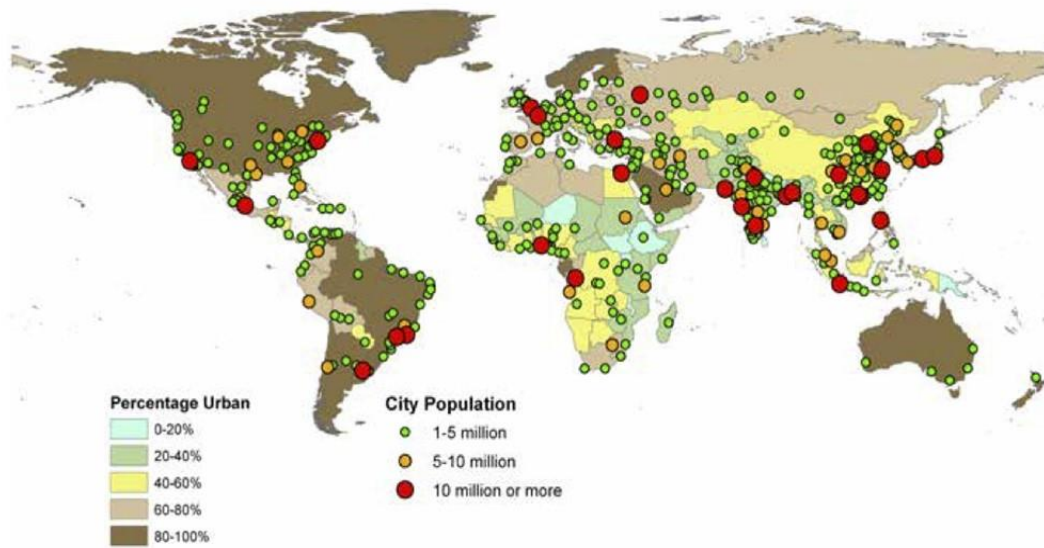
Fuente: Moreno, E.; Arimah, B.; Otieno, R.; Mbeche-Smith, U.; Klen-Amin, A.; Kamiya, M, (2016).

Las grandes ciudades y las mega ciudades no son las de más rápido crecimiento y tampoco tienen la mayoría de la población urbana. Las zonas urbanas con más crecimiento son las ciudades pequeñas y medianas con menos de un millón de ciudadanos, que representan el 59% de la población urbana mundial y el 62% de la población urbana en África. Por lo tanto, las ciudades pequeñas y medianas deberían formar parte de la Nueva Agenda Urbana para los países en desarrollo.

La Nueva Agenda Urbana de 2016 debe promover ciudades que sean ambientalmente sostenibles, socialmente incluyentes, seguras y libres de violencia, económicamente productivas, con buena conectividad y que contribuyan a una transformación rural sostenible (ONU, 2016).

Las ciudades sostenibles e incluyentes dependen de unos principios como son el liderazgo efectivo, la planificación del uso del suelo, la coordinación jurisdiccional, la participación ciudadana y el financiamiento eficiente para fomentar respuestas urbanas a los problemas medio ambientales.

Mapa 2: Población en las zonas urbanas en 2015.

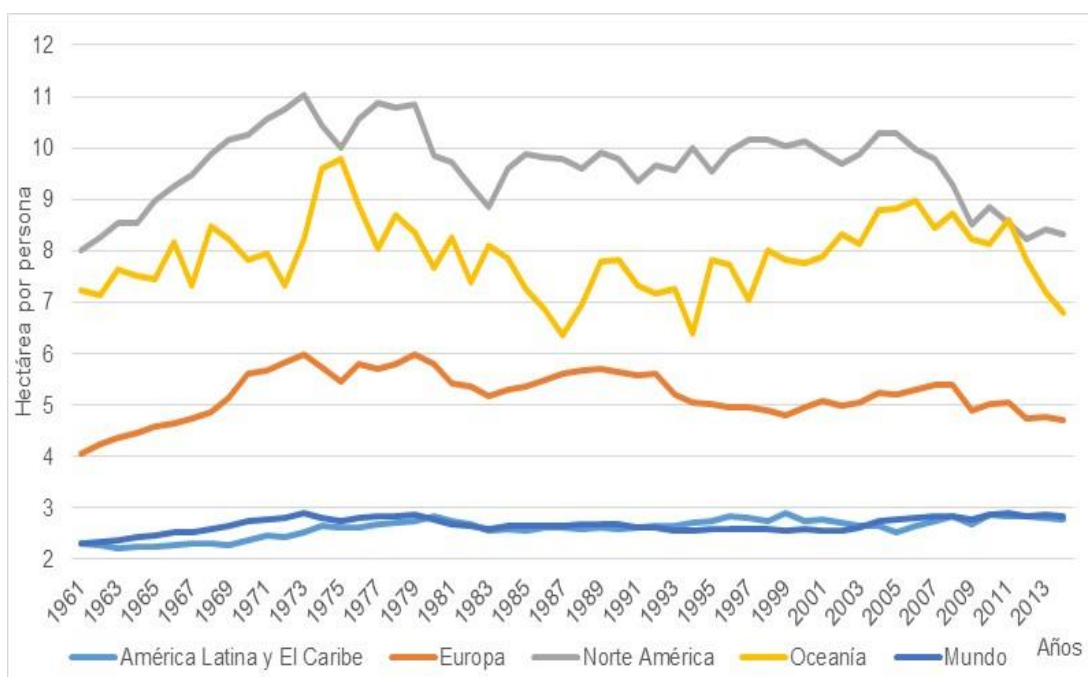


Fuente: Moreno, E.; Arimah, B.; Otieno, R.; Mbeche-Smith, U.; Klen-Amin, A.; Kamiya, M, (2016).

Por último, el crecimiento urbano afecta a la huella ecológica. La huella ecológica nos muestra la cantidad de territorio necesario para satisfacer las necesidades de las personas. La huella ecológica es diferente en los países desarrollados y en los países en vías de desarrollo, como consecuencia de esta situación la huella puede ser sostenible o insostenible dependiendo del lugar, aunque en ambos casos se intenta que el consumo pueda prolongarse indefinidamente.

En el año 2014, la huella ecológica mundial se encuentra en torno a las 2,84 hectáreas por persona, sin embargo, América Latina y El Caribe consumen 2,77 hectáreas por persona, Europa consume 4,69 hectáreas por persona, Norte América consume 8,33 hectáreas por persona y Oceanía consume 6,78 hectáreas por persona (Gráfico 2) (Seisdedos, 2007) (Global Footprint Network, 2004).

Gráfico 2: Huella Ecológica de 1961 a 2014.



Fuente: Elaboración propia con datos de Global Footprint Network (2014).

5.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las actividades económicas se definen como el conjunto de acciones que realiza el hombre para satisfacer sus necesidades básicas y no básicas, a través del consumo, el intercambio y la producción.

Las ciudades representan más del 80% del PIB, el 70% del consumo energético y el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero mundiales (Prugh; Renner, 2016).

La economía de las ciudades está muy diversificada en la mayoría de los casos, aunque el nivel de diversificación es mayor o menor dependiendo del tamaño de la ciudad.

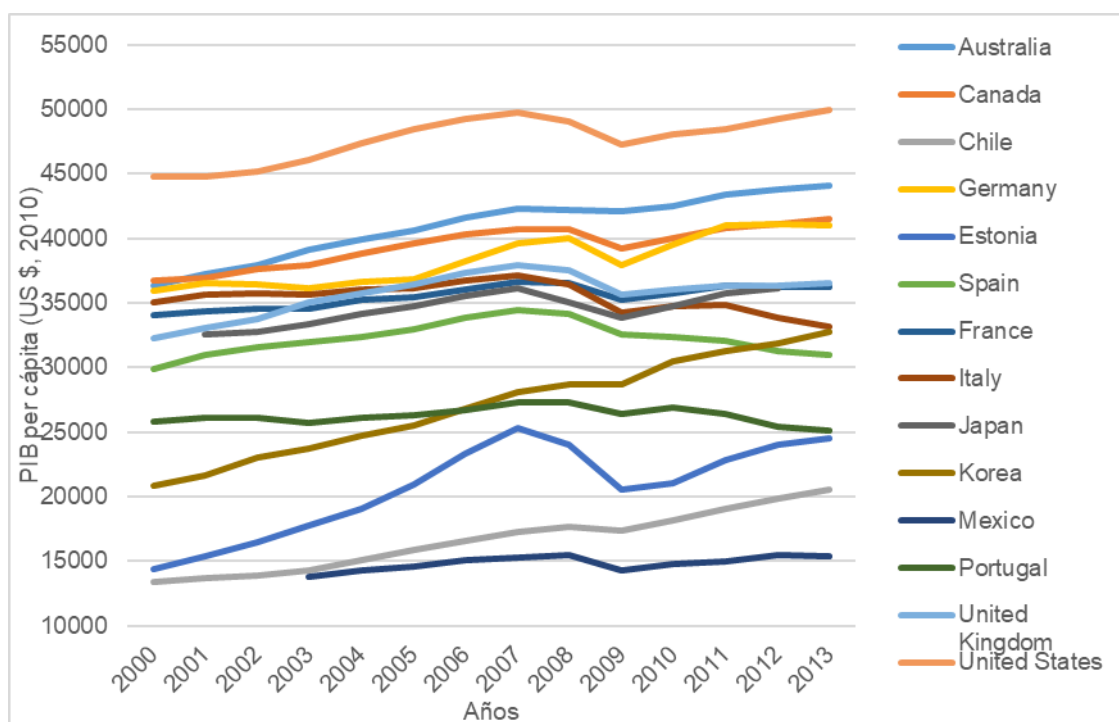
En las ciudades pequeñas dependen todavía de la agricultura y de la ganadería. En las ciudades de mayor tamaño, la industria ha dejado de ser la actividad económica más importante de las ciudades, pasando esta posición al sector servicios. Otros sectores importantes de las ciudades en la actualidad son el sector de la industria manufacturera y el sector financiero, ambas actividades son las principales fuentes de ingreso de las grandes ciudades y donde se crean miles de puestos de trabajo. Otras ciudades dependen enormemente del sector turístico.

Un sector con futuro dentro de las ciudades sería el sector del reciclaje ya que en la mayoría de las economías no se recuperan los materiales para su reutilización. El reciclaje suministra solamente una pequeña proporción de los materiales utilizados en la producción mundial, incluso en países que pueden permitirse una infraestructura de reciclaje.

Existen ciudades que tienen una economía muy diversificada, donde todos los sectores tienen la misma importancia, por lo que son menos vulnerables a las crisis económicas en comparación a aquellas ciudades que dependen de un único sector económico. Por lo tanto, los sectores económicos afectan de manera distinta a las ciudades.

Las ciudades tienen unos niveles económicos elevados (PIB, productividades laborales, etc.) (Gráfico 3 y Gráfico 4), esto se debe a que tienen I+D+i, mercados de trabajo más amplios, nivel educativo alto, rapidez en el intercambio de ideas, la existencia de un espacio intelectual y empresarial diverso, etc. Además, como ya hemos visto a lo largo del trabajo el tamaño de la población también influye en la economía y por eso las grandes ciudades tienen mejores niveles económicos que las ciudades pequeñas. En definitiva, todos estos factores impulsan el crecimiento económico (OCDE, 2018b).

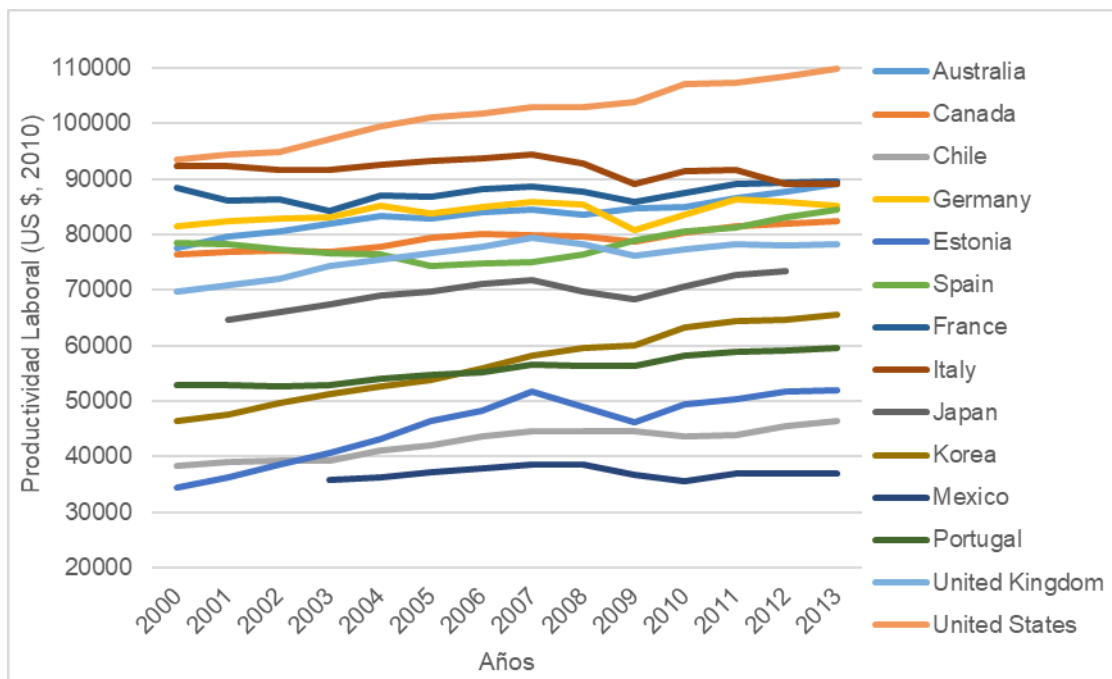
Gráfico 3: PIB per cápita de las zonas urbanas de países de la OCDE de 2000 a 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE (2018a).

Por lo tanto, para que las actividades económicas de las ciudades funcionen bien es necesario unas buenas infraestructuras y servicios que se consiguen con una buena estructura económica, política, social y urbana.

Gráfico 4: Productividad laboral de las zonas urbanas de países de la OCDE de 2000 a 2013.



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE (2018a).

La estructura económica, política, social y urbana, los factores económicos, el nivel de actividad económica y la riqueza de los habitantes influye desde el punto de vista ambiental, económico y social. Hay que maximizar la eficacia del sector industrial, del sector del transporte y del resto de sectores para conseguir la sostenibilidad.

La mayoría de los sectores económicos dependen de energías tradicionales (carbón, gas natural, petróleo, etc.) para su producción y como ya hemos dicho antes afecta a la sostenibilidad ambiental. Para cambiar esta situación es importante desarrollar nuevas tecnologías y energías renovables dentro de estos sectores económicos para reducir su impacto ambiental.

Actualmente, están aflorando nuevas actividades económicas gracias a las nuevas tecnologías y a la concienciación con el medio ambiente. Entre estas actividades destaca la construcción de edificios eficientes, energías renovables, la gestión de los residuos, transporte público sostenible, etc.

Para alcanzar la sostenibilidad es importante establecer cambios de mentalidad, compromisos con los grupos políticos, sectores económicos y los grupos sociales para formular planes y llevarlos a cabo.

Otro aspecto relacionado con la actividad económica es la localización, dicho aspecto es importante para la economía urbana y también para organizar el uso del espacio en términos económicos. Además, hay que tener en cuenta los factores que determinan el que se dé una localización de una actividad económica en un determinado espacio y no en otro. Los factores son los siguientes: aglomeración, centralidad, costes de oportunidad, costes de transporte, distancia, economías de escala, externalidades, medio ambiente, productividad urbana, sistemas de transporte, etc.

Normalmente, las actividades industriales se suelen concentrar en el extremo de las ciudades, donde se encuentra el deterioro ecológico más importante y que muchas veces no se puede concentrar en el centro de la ciudad por los elevados costes del suelo, los problemas de accesibilidad y de transporte.

Se podrían revitalizar antiguas zonas industriales ya sean del centro o de la periferia de la ciudad para activar actividades económicas que favorezcan la sostenibilidad de la ciudad.

6. PROBLEMAS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS CIUDADES

Los principales problemas de la sostenibilidad ambiental de las ciudades que veremos en este apartado son los usos del suelo, de la energía, del agua y de los materiales diversos.

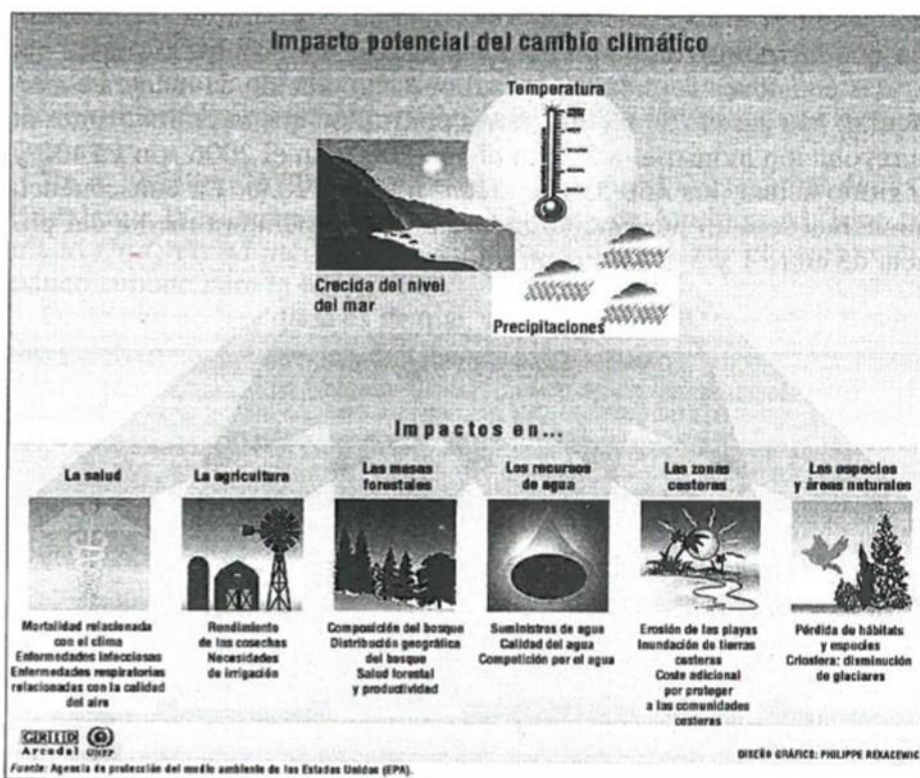
Como consecuencia de estos malos usos, existe una relación directa entre las actividades contaminantes, el grado de urbanización y las consecuencias negativas desde el punto de vista global. Los principales problemas catastróficos en el medio ambiente son el cambio climático, la contaminación del aire, la contaminación acústica, la contaminación de los recursos, la falta de zonas verdes y la mala gestión del agua.

El cambio climático es en gran parte consecuencia del actual modelo energético de las ciudades, ya que las emisiones de dióxido de carbono han aumentado de

manera considerable (Imagen 3). Han pasado de 280 partes por millón que se emitían antes de la Revolución Industrial a 430 partes por millón en el 2006 y se espera que en el año 2030 alcancemos los 450/550 partes por millón si continúa la tendencia actual.

Esta situación provocará un incremento de la temperatura media de la Tierra de entre 1 y 5 grados centígrados. Todo esto desencadenará un cúmulo de problemas como el aumento del nivel del mar, la desaparición de especies animales y vegetales, epidemias, hambrunas, sequías y la aparición de refugiados ambientales.

Imagen 3: Impacto del cambio climático.



Fuente: Seisdedos, G, (2007, p. 44).

Las emisiones de CO₂ que provocan la contaminación del aire se deben a tres factores que son los usos domésticos, industriales y el tráfico. En definitiva, actividades que tienen lugar en las ciudades y que usan energía.

La gestión de la calidad del aire en las ciudades se centra en el control y en la medición del dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, el ozono troposférico y de las partículas en suspensión. En caso de superar los umbrales de aviso, las autoridades tienen la obligación de avisar a la población, de informar sobre la

evolución de la contaminación, confirmar las zonas afectadas y la duración del problema (Seisdedos, 2007). Además, tienen que elaborar planes de acción orientados a combatir las causas, establecer políticas y programas de gestión de la calidad del aire.

Alrededor del 80% de la contaminación acústica procede de los vehículos de motor. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS) el límite adecuado para tener una buena vida es de 65 db y con niveles superiores a los 90 db aparece la sordera. Aun así, hay millones de personas que viven por encima de estos niveles.

Los problemas con los materiales en las ciudades son consecuencia del actual modelo económico que no tiene en cuenta que los recursos de nuestro planeta son limitados. Por eso es necesario realizar cambios en los hábitos de consumo, valores y en las prácticas insostenibles para revertir los hábitos destructivos del último milenio.

El actual modelo urbano disperso favorece un elevado consumo de recursos (agua, energía, suelo, etc.), falta de zonas verdes, genera muchos residuos y provoca un impacto ambiental que se agrava con el tiempo.

Por último, las ciudades tienden a desperdiciar el agua con consumos abusivos, mala depuración de las aguas residuales y la poca reutilización de agua no convencional para otro tipo de actividades.

Las ciudades tienen un papel fundamental para evitar en la medida de lo posible las situaciones más problemáticas.

6.1 LOS USOS DEL SUELO

A continuación, abordaremos el apartado del suelo urbano hablando de las estrategias de los usos del suelo y de los principios del suelo urbano sostenible.

En los últimos 150 años se ha producido una importante expansión urbana, sobre todo en los años 50 del siglo pasado, como consecuencia del incremento de la población mundial y el crecimiento económico de la segunda posguerra mundial (Universitat Politècnica de Valencia, 2012).

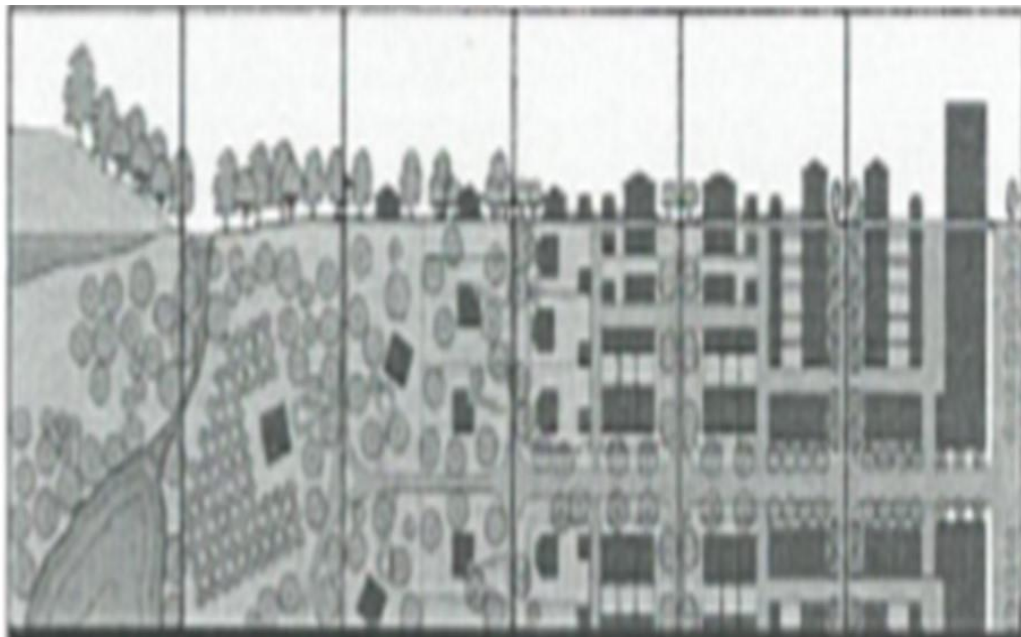
Europa ha seguido un modelo urbano anglosajón de ciudad dispersa (suburbios residenciales dispersos sobre el territorio con centros comerciales y de ocio estructurado en torno a los transportes). Este modelo consume muchos recursos

(agua, energía, suelo, etc.), produce muchos residuos y provoca un impacto ambiental que aumenta con el tiempo. Las ciudades de los países en vías de desarrollo tienen un modelo de crecimiento urbano distinto y aunque tienen una huella ecológica menor tienen la misma evolución destructiva.

En la actualidad, se intenta modificar el actual modelo por otro modelo urbano sostenible ya que el actual es responsable del 70% de las emisiones que producen el cambio climático global y consume mucha energía, recursos y territorio.

En 1967 Paul Ehrlich's estableció que el impacto ambiental de las ciudades se produce como consecuencia de tres factores (consumo, población y energía) (Universitat Politècnica de Valencia, 2012). Además, estos factores estimulan el proceso de urbanización que ha aumentado a lo largo del siglo XX y que ha provocado una presión insostenible sobre el medio ambiente.

Mapa 3: Elementos de las ciudades.



Fuente: Duany, A, (2014, pp.409).

6.1.1 Estrategias de usos del suelo

El compromiso para la Agenda 21, surgida de la cumbre de la tierra en Río en 1992, estableció como objetivo la gestión adecuada de los recursos y para conseguirlo hay unas estrategias basadas en 8 objetivos que todos los países del mundo tienen que cumplir en las zonas urbanas (Universitat Politècnica de Valencia, 2012):

- Buena planificación en los países en riesgo de catástrofes naturales.
- Desarrollo de los recursos humanos.
- Facilitar el acceso a una vivienda.
- Gestión y planificación sostenible del territorio.
- Infraestructuras medio ambientales sostenibles.
- Mejorar la gestión de las ciudades.
- Uso de tecnologías energéticamente eficientes, uso de las energías renovables y la movilidad sostenible.

6.1.2 Modelos urbanísticos

Un buen modelo urbano es aquel que dispone de un adecuado uso mixto, con una accesibilidad a pie, altas densidades, distribución equilibrada de empleo, vivienda en los diferentes distritos, una buena integración económica y disponer de una gran variedad de transporte público (Calthorpe, 2016).

Pero en el mundo, predomina un modelo urbano con barriadas pobres, con bajas densidades, con una marginación de la población pobre en la periferia, con segregación de actividades y servicios, con un transporte público deficiente, etc. Todo esto provoca un empeoramiento de los problemas ambientales, económicos y sociales.

En la actualidad existen tres tipos de ciudades problemáticas y dos de ellas predominan en el mundo:

- 1) Ciudades con altas densidades, particularmente China.

La principal característica del modelo chino es la existencia de superbloques con acceso restringido y usos del suelo aislado.

Los superbloques fueron inventados por el arquitecto suizo Charles Edouard Jeanneret y fue desarrollado en 1935. Los superbloques tienen 400m de lado, están rodeados de las principales arterias de la ciudad, disponen de anchas calles, con grandes zonas urbanas de uso único y alejados de los centros comerciales y de trabajo. Además, en estas estructuras habitan unas 5.000 personas donde los residentes no se conocen.

Como consecuencia de esta situación, los peatones no tienen ningún tipo de protagonismo porque hay enormes distancias que recorrer, cruzar la calle es bastante peligroso y las aceras no son muy útiles (Imagen 4).

Imagen 4: Intersección de dos grandes arterias en China provocada por los superbloques.



Fuente: Calthorpe, P, (2016, pp.151).

Este escenario provoca que los ciudadanos se vean obligados a depender del coche para poder desplazarse, lo que a su vez ocasiona colapsos en el tráfico porque una ciudad no puede funcionar si su modelo está basado en el uso del automóvil, aunque la densidad sea baja.

Este desarrollo urbanístico destruye los vecindarios tradicionales, donde amigos y familiares podían quedar para tomar el té.

La solución al modelo chino es establecer una malla de calles más tradicionales, con mayor número de intersecciones y una amplia gama de vías.

La manzana adecuada debería medir entre 100 a 200 m de lado, con una superficie de 1 a 1,5 hectáreas. Esta superficie permite construir entre 400-700 viviendas y permite vivir a unas 1.500 personas.

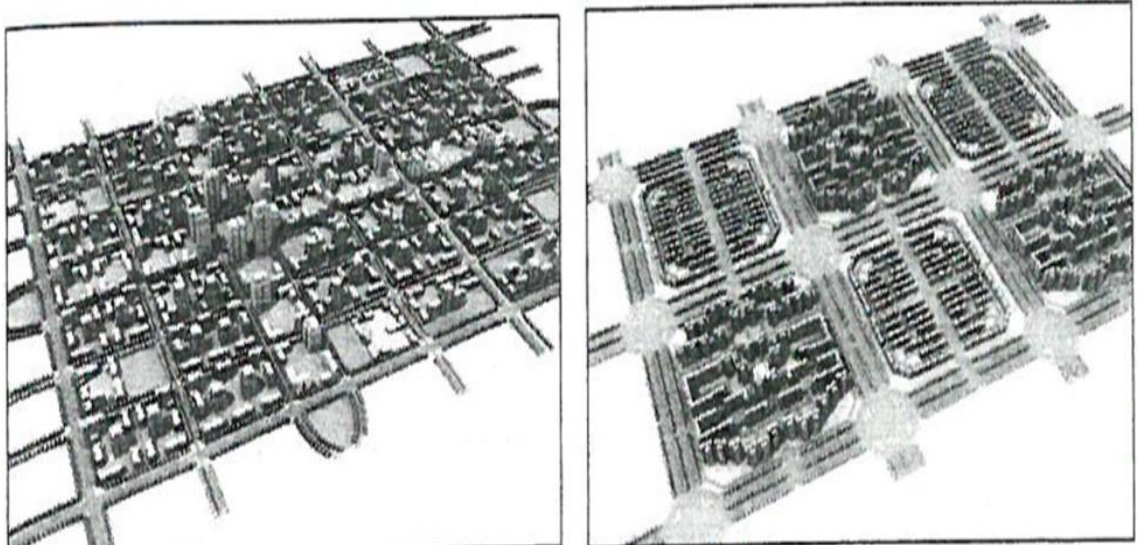
Las manzanas pequeñas, la presencia de un 25% de los habitantes de un superbloque, las tiendas y los servicios locales favorecen las relaciones de la comunidad. Este modelo recupera el modelo chino tradicional donde los bloques pequeños crean un ambiente a pequeña escala con usos

mixtos como son los patios compartidos, calles más estrechas por las que se puede caminar, una red bien distribuida de espacios públicos alrededor de los bloques y un mayor uso de los suelos en zonas más reducidas.

Con estas medidas la mayoría del tráfico discurrirá por vías paralelas y más pequeñas. Además, se camina más, se utiliza menos el coche y más el transporte público. Las zonas para ciclistas y para peatones estarán protegidas y señalizadas en todas las calles. El transporte público dispondrá de carriles especiales y las calles peatonales facilitarán el desplazamiento alternativo.

La forma de las calles, su escala, la manera en que combinan espacios públicos, tiendas, peatones, bicicletas y coches es importante para la salud urbana (Imagen 5).

Imagen 5: Manzanas pequeñas vs superbloques.



Fuente: Calthorpe, P, (2016, pp.153).

- 2) Otro tipo de ciudad son las de expansión urbana de renta baja que tienen barriadas pobres y es común sobre todo en Latinoamérica, África y parte de Asia.

En el modelo de la Ciudad de México la mayoría de la población rural accede a las ciudades a través de barriadas pobres, chabolas, favelas, complejos de viviendas sociales y viviendas informales con vías públicas pequeñas.

Muchas personas pobres de las ciudades viven alejadas del centro de la ciudad debido a los elevados costes de las viviendas y a las políticas de viviendas sociales que están muy alejados del centro de la ciudad.

La población pobre ha sido empujada hacia la periferia donde existen inundaciones e infraestructuras deficientes y esto ocasiona no disponer de un transporte eficiente, una desconexión con las oportunidades económicas, sociales y con los servicios públicos. Además, existe una mala calidad del aire, un colapso de la circulación y una división de la sociedad en estratos.

Otra característica del modelo es la existencia de excesivos coches, camiones y vehículos privados. No existe el transporte público con rutas establecidas y de calidad, pero sí existe transporte privado colectivo con rutas aleatorias (autobuses o furgonetas privadas). Tampoco disponen de infraestructuras avanzadas, sanitarias y escuelas estatales.

Estas carencias se deben sobre todo a una renta per cápita baja y a unos gobiernos corruptos. Los problemas por resolver en estos países son la pobreza, la integración, los servicios públicos básicos y la descontaminación ambiental. Mejorar la vida de los habitantes urbanos pobres es un desafío a nivel mundial porque se persigue la seguridad de la tierra, unos servicios públicos de calidad y un transporte público eficiente.

- 3) El último tipo, es el modelo norteamericano de renta alta, con densidades bajas, segregación de usos y un transporte basado en el automóvil.

Las economías industrializadas con modelos de baja densidad pensados para el coche provocan la expansión periurbana dispersa no solo en Norteamérica, sino también en Australia y en Europa.

Los tres modelos tienen unos problemas generales y otros más concretos, el problema del modelo de México es el tiempo dedicado al desplazamiento de los trabajadores de renta baja, en China su problema es la contaminación del aire y el colapso del tráfico y en los países occidentales la vivienda asequible y los Km recorridos en coche.

La solución a los problemas de los tres modelos es establecer un transporte público que se adapte a las necesidades de cada modelo, que sea asequible, de

calidad para que pueda ser utilizado por todo el mundo, de gran capacidad y así prescindir de los coches privados.

Si mejoran la morfología y la estructura de la ciudad esto mejorará los indicadores de diversa naturaleza. Cambiar la morfología de las ciudades depende de la voluntad política para los países desarrollados, pero para los países en vías de desarrollo depende de la capacidad económica.

6.1.3 Principios del suelo urbano sostenible

Los principios del suelo urbano sostenible se dividen en 9 apartados (Universitat Politècnica de Valencia, 2012):

1) Densidad urbana y control de la expansión: Es necesario establecer una relación entre la superficie que ocupan las viviendas en el territorio y el número de viviendas. La baja densidad consume energía, suelo útil y es costosa e ineficaz.

La densidad de las ciudades debería situarse entre un mínimo de 55-65 viviendas/ hectárea y un máximo de 100 viviendas/ hectárea.

Para conseguir esta densidad se debería establecer programas familiares, programas edificatorios y programas que formen un equilibrio entre los equipamientos urbanos y las zonas verdes.

2) Energías renovables y diseño solar pasivo: Las estrategias bioclimáticas son fundamentales para la forma y orientación de los edificios. Medidas como la estructura y el trazado urbano, la posición y la forma de los edificios optimizan el diseño pasivo del edificio en un determinado entorno climático.

Los edificios deben de regirse por el principio de ahorro y el principio de eficiencia energética para aprovechar la iluminación y la ventilación natural. También es importante dotar a los edificios de aislamiento para proteger del frío y del calor y sistemas de ventilación.

Instalar tecnologías para producir energía a través de fuentes renovables (eólica, geotérmica, solar, etc.) y la construcción con materiales renovables e inagotables.

3) Mezcla de usos: Realizar una variedad de usos del suelo de manera eficiente y establecer unos equilibrios de actividades urbanas teniendo en cuenta los usos, morfologías y tipologías de las edificaciones para enriquecer el espacio urbano.

4) Red de dotaciones, áreas verdes y zonas libres: Las redes de dotaciones, las áreas verdes y las zonas libres deben formar parte de la vida humana, pero dependiendo de las necesidades sociales en cuanto a la cantidad y a la calidad deben favorecer zonas de bajo mantenimiento y equilibradas con el entorno natural.

5) Bienestar y salud: Las ciudades en muchas ocasiones son dañinas para el entorno natural y para sus habitantes.

Es necesario fomentar edificios que tengan aire fresco, luz natural, abiertos a los espacios verdes, ausencia de materiales tóxicos, libre de humos y que fomenten actividades comunitarias. Todo ello favorece una mejora en la calidad de vida, en la productividad y una reducción del absentismo laboral.

6) Movilidad sostenible: El peatón tiene que convertirse en el protagonista de la ciudad y para ello, hay que reestructurar la ciudad para fomentar que los ciudadanos anden, utilicen la bicicleta y usen el transporte público. En definitiva, conseguir un tráfico urbano sostenible.

Esto se puede conseguir a través de estrategias como la velocidad variable en función de la densidad del tráfico, regulación de los semáforos, restricción de las zonas de aparcamiento y gestión de las zonas de carga y descarga.

7) Ciudad inteligente: La ciudad del mañana está influenciada por la alta tecnología y la ecología. Se considera que, para alcanzar la ecoeficiencia en el consumo de agua, electricidad y otros recursos hay que instalar redes inteligentes en todos los sistemas con programas y sensores que analicen en tiempo real los recursos.

8) Valoración del entorno natural: El medio ambiente y el entorno natural de la ciudad debe ser preservado y protegido abriendo conectores campo-ciudad a través de cauces fluviales o franjas arboladas para controlar la expansión urbana.

9) Cohesión social: La renta, la profesión, la formación, las creencias religiosas, las etnias constituyen la cohesión social y la participación social en las zonas urbanas.

6.2 LOS USOS DE ENERGÍA

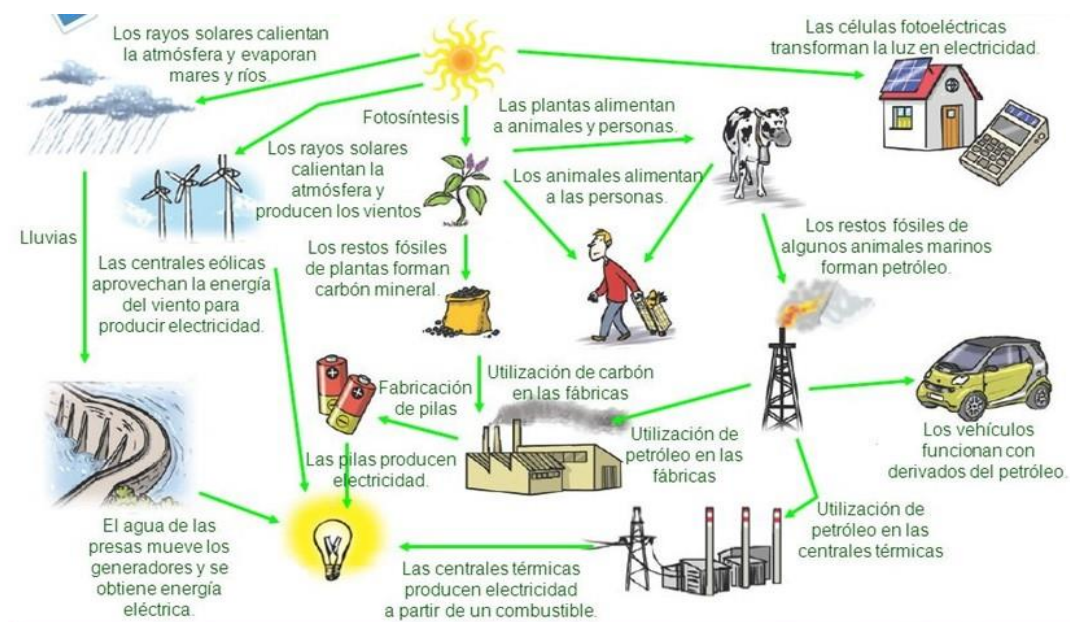
En este apartado profundizaremos en la importancia que tiene la energía en las ciudades, del modelo energético y en los rendimientos energéticos.

La energía es muy importante para el funcionamiento de la ciudad, existe una relación entre las zonas urbanas y el consumo energético. La energía de las ciudades modernas se basa sobre todo en combustibles fósiles, sus principales usos urbanos son los relacionados con el transporte (50%), calefacción o climatización (30%) y con el consumo de electricidad y agua caliente (15%).

Los principales problemas energéticos de las ciudades los encontramos sobre todo en la eficiencia de la producción, en la distribución y en el despilfarro. Por ello es importante establecer medidas que analicen la demanda y la oferta, realizar estudios de las fuentes de energía más idóneas para cada territorio, los destinos a los que se dirige, aumentar el uso racionalizado y fomentar las energías renovables (Seisdedos, 2007).

Por todo ello es necesario adaptarnos a un modelo energético seguro y sostenible, ya que se está produciendo un rápido proceso de urbanización en todo el mundo, pero sobre todo en Asia y esto va a provocar una saturación del sistema energético. En definitiva, el ser humano debe fomentar el uso de energías renovables que tienen un menor impacto en el medioambiente.

Imagen 6: Ciclo de la energía urbana.



Fuente: Zizur (2012).

6.2.1 Modelo energético de la ciudad

Medidas correctoras de las zonas urbanas (Seisdedos, 2007):

1) Modelo urbano: El modelo ideal de las ciudades tiene que ser compacto, de uso mixto, con arquitectura activa y pasiva desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Aumentando la densidad residencial, disminuyendo la dispersión y fomentando el transporte público de calidad reduces el despilfarro energético y la ineficiencia energética.

2) Movilidad: El transporte es el mayor impacto en las zonas urbanas. El sector de los transportes necesita un cambio de 360°.

En países como España, 2/3 del petróleo se utiliza para el transporte. Una de las posibles alternativas futuras del transporte puede ser el uso del hidrógeno, porque puede utilizar energías renovables para su producción y solo genera como residuo agua.

3) Eficiencia en la distribución, gestión y producción de la energía: Los centros de producción deben de estar cerca de las ciudades para aprovechar las diferentes oportunidades energéticas y aumentar la eficiencia energética.

Las formas de producción de la energía se clasifican en producción centralizada y descentralizada. Las que están más extendidas son las de producción centralizada como por ejemplo la hidroeléctrica que es renovable y centralizada. Pero la ciudad debe fomentar los modelos descentralizados para mejorar la eficiencia de la distribución energética. Por ejemplo, en las centrales de ciclo combinado, se genera la energía en la propia ciudad y el calor generado de dicha producción se aprovecha para la calefacción o para otros usos. Pero también es importante que estas centrales sean limpias y seguras como lo son las plantas que transforman el Sol y el agua en energía y nutrientes.

Las economías de escala fomentan los sistemas centralizados de calefacción, refrigeración y mejoran el rendimiento de las centrales termoeléctricas.

4) Precio de la energía: Los precios tan bajos favorecen a los grandes consumidores porque está relacionado con el alto estatus social. En la actualidad no hay una cultura del ahorro, pero la población se está concienciando del actual derroche y quieren cambiar el sistema. Las ciudades deben aumentar su

autoabastecimiento y tener una independencia energética con unos precios coherentes.

5) Las energías renovables: Las ciudades deben perseguir un sistema energético cerrado que no perjudique el medio ambiente y que no favorezca el cambio climático.

El objetivo debe ser imitar a la naturaleza que funciona como un ecosistema natural autorregulado a través de ciclos que se cierran.

La energía eólica, fotovoltaica y termosolar son tecnologías existentes que pueden fomentar los sistemas cerrados, generando la energía que consumen y sin deteriorar el medioambiente.

6) La innovación energética: Existen diferentes propuestas para establecer en las ciudades.

La instalación de turbinas eólicas a partir de alturas de 100 metros consigue ahorrar hasta un 5% de la energía del edificio.

La colocación de pérgolas solares, marquesinas, cubiertas de aparcamientos, cubiertas de edificios y otras estructuras urbanas son útiles para la captación solar y convertir a las ciudades en productoras de energía. La captación térmica solar para agua sanitaria es una tecnología muy sencilla para reducir el consumo energético.

Otra opción es la utilización de la energía solar almacenada en el subsuelo, el aire pasa del subsuelo a una temperatura de 40°C a 17°C al interior del edificio sin más inversión que un ventilador (Seisdedos, 2007).

Las cubiertas verdes situados en las alturas de la ciudad sirven de captación de CO₂, de recuperación de agua de lluvia o para el cultivo de alimentos, mejoran el aislamiento de los edificios y reducen la dependencia energética de la ciudad.

6.2.2 Tipos de rendimiento energéticos de las ciudades

El rendimiento energético de los edificios tiene una gran relevancia y el margen de mejora es importante. Los tipos de rendimiento energético se dividen en 2 grupos (Seisdedos, 2007):

Rendimiento energético activo: Consiste en utilizar a los edificios o a las infraestructuras urbanas como un instrumento para captar energía de forma renovable y autosuficiente.

Los edificios pueden tener sistemas de captación de energía eólica, fotovoltaica o termosolar.

Otras medidas son la rehabilitación de los edificios y la arquidiversidad que son importantes para la adaptación a las condiciones climáticas de la zona porque ayudan a ser más eficiente energéticamente.

Rendimiento energético pasivo: Consiste en diseñar los edificios o las infraestructuras urbanas de tal forma que se aproveche las características del territorio (humedad, precipitación, temperatura, viento, etc.).

La orientación es muy importante, las infraestructuras tienen que posicionarse de tal manera que aprovechen a través del aislamiento y la ventilación las características climáticas de la zona con un menor consumo energético.

El aislamiento y la ventilación reducen el exagerado consumo de aire acondicionado. Además, el aislamiento térmico contribuye a reducir los niveles contaminación acústica y las variaciones de temperatura.

Los toldos y el rediseño de ventanas mejoran la eficiencia y reducen el impacto contra el medioambiente.

6.3 LOS USOS DE AGUA

El planeta Tierra es más líquido que sólido y su superficie está compuesta por un 75% de agua. Ese porcentaje de agua se divide en un 97,5% de agua salada y un 2,5% de agua dulce. El agua se destina en un 70% a la agricultura, en un 20% a la industria y en un 10% a las ciudades y pueblos.

El agua es un bien público (Seisdedos, 2007), patrimonio de la humanidad, necesaria para la vida y para el progreso. Para el consumo humano se encuentra disponible menos del 1% del agua del planeta y alrededor de 1.200 millones de personas la mayoría en las zonas urbanas no tienen acceso al agua potable lo que provoca muchas muertes a diario.

El crecimiento de las ciudades genera desequilibrios en los recursos hídricos del entorno que se centran en dos aspectos (Castro, 2004):

1) Abastecimiento y consumo: Las ciudades son grandes consumidoras de agua y provocan una sobreexplotación de los cauces fluviales y de las aguas subterráneas. Además, no aportan gran cosa al ciclo del agua porque realizan una mínima evapotranspiración.

Para satisfacer las nuevas necesidades de las ciudades, el agua es transportada desde lugares cada vez más lejanos lo que provoca un agotamiento y un deterioro de las fuentes hídricas y del resto de ecosistemas. Esta situación obliga a un cambio de conducta social para resolver el problema de abastecimiento, ambiental y de sostenibilidad de las fuentes hídricas y del resto del ecosistema. Las futuras crisis del agua vendrán de las ciudades y sus principales medidas serán del lado de la demanda y de la oferta.

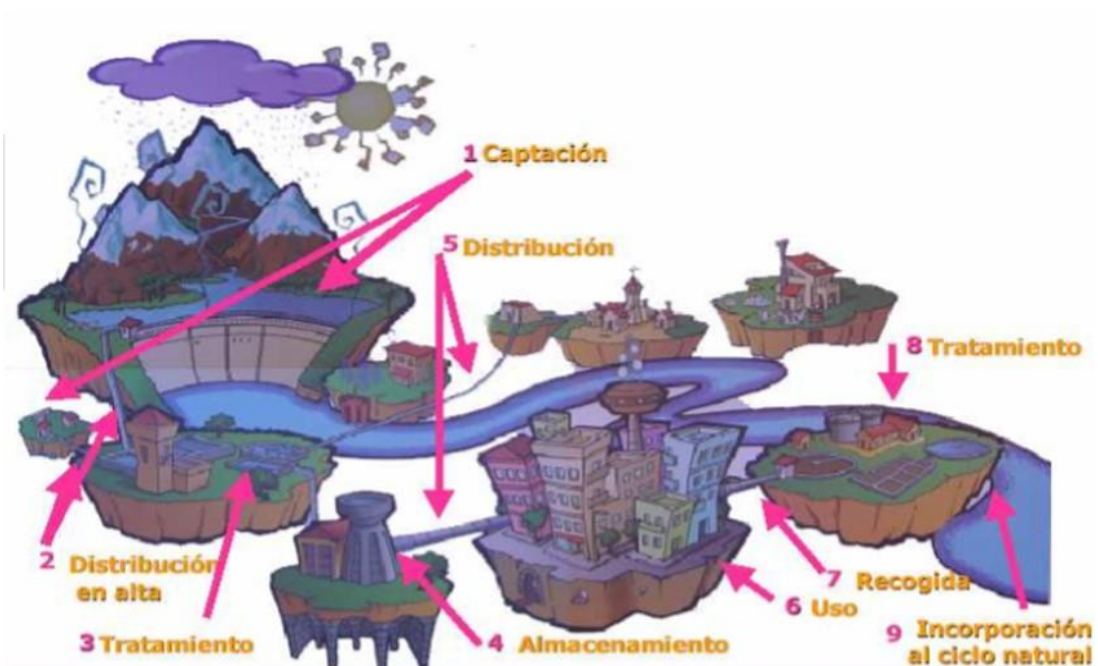
2) Depuración, reutilización y saneamiento: Los vertidos y las aguas residuales son otro problema importante de las ciudades.

Las aguas residuales son medios de contaminación de aguas subterráneas, cauces fluviales y marinos. Uno de los principales problemas de las ciudades es la depuración de este tipo de aguas ya que hay zonas urbanas que no realizan el tratamiento de las aguas residuales.

La calidad del agua en las zonas costeras urbanas es otro problema, ya que estos ecosistemas litorales se caracterizan por una elevada presión demográfica y urbanística que tiene elevados consumos estacionales y genera una gran cantidad de aguas residuales.

El ciclo del agua urbano es muy derrochador y por eso hay que establecer planes para gestionarlo (Imagen 7).

Imagen 7: Ciclo del agua en las ciudades.



Fuente: Peñas, V, (2010).

6.3.1 Formas del agua

La gestión del agua la podemos dividir en tres grandes grupos (Seisdedos, 2007):

1) Agua-vida: Es un derecho humano básico que debe ser garantizado a todas las personas para que tengan una vida digna. Entre 30 y 40 litros diarios por persona son necesarios para poder vivir y que constituye el 1,5% del consumo total.

Reducir a la mitad las personas sin acceso al agua potable para 2015 era uno de los Objetivos del Milenio para las Naciones Unidas. Dicho objetivo cumplió su meta mucho antes de la fecha establecida, de 1990 a 2010, más de 2.000 millones de personas pudieron acceder a fuentes de agua potable, según un informe de UNICEF y la OMS.

2) Agua-ciudadanía: Es el agua destinada a actividades de interés general. Disponer de agua las 24 horas del día es un privilegio que no todo el mundo en las zonas urbanas tiene. Debe ser un servicio público de calidad que debe llegar a todos, con criterios sociales en las tarifas y que debe fomentar el ahorro y la eficiencia.

No se debe gestionar desde el punto de vista del cliente porque hay sectores a los que no interesa servir, las tarifas favorecen a los grandes consumidores y se incentiva el gasto.

Es necesario la participación de los sectores público y privado para encontrar eficiencia social, equidad en la gestión junto con la responsabilidad social y la racionalidad económica.

Hay que ser solidario con el agua-ciudadana y el agua-vida y deben ser accesible a todo el mundo. El agua debe ser gratuita cuando está relacionado con un derecho humano básico.

3) Agua-negocio: La mayoría del consumo del agua está destinada para funciones económicas y que no pueden justificarse para los derechos humanos y ciudadanos.

Hay que evitar la ineficiencia y el crecimiento insostenible de la demanda provocada por las actuales políticas de subvención de agua y por eso es importante recuperar todos los costes asociados al empleo del agua como

recurso productivo. Por este motivo es necesario aplicar una nueva política de precios de agua en las ciudades para cambiar la percepción que se tiene del agua como recurso.

6.3.2 Problemas del uso del agua

El agua es fuente de vida y, sin embargo, es el recurso natural renovable más amenazado, degradado y frágil de la actualidad (Peñas, 2010).

Los principales problemas con el uso del agua en las ciudades son:

- Costes de captación y de distribución elevados.
- Crecientes exigencias medio ambientales.
- Incapacidad para satisfacer todas las demandas.
- Gestión del suministro poco eficiente.
- Mejoras en las prestaciones de los servicios.
- Pocas garantías en la calidad y cantidad del suministro.
- Precios no ajustados a los costes reales.
- Redes de suministro poco eficientes.
- Sistemas de tratamiento de agua residuales poco eficientes.

6.3.3 Gestión del agua en las ciudades

Para realizar una buena gestión en las ciudades es necesario establecer una mayor eficiencia y un mayor control del consumo del agua (Peñas, 2010).

El objetivo de una buena gestión es alcanzar un buen estado del medio ambiente, una reducción del consumo energético relacionado con el agua y satisfacer las necesidades de las zonas urbanas.

Ahora analizaremos diferentes aspectos relacionados con el sistema actual del agua:

1) Nuevas tecnologías: Las nuevas tecnologías favorecen la calidad y la eficiencia distributiva del agua. Hay diferentes tecnologías que favorecen la buena gestión de las ciudades.

Como por ejemplo la instalación de contadores en todas las casas. Normalmente la electricidad y el gas se miden con más seriedad que el agua porque el agua es muy barata y no importa su consumo.

La modernización de las redes de distribución es un tema de gran relevancia.

La cantidad de agua que se pierde por la red de distribución por diferentes motivos es un misterio. A nadie le importa el agua que se consume y el agua que se pierde.

En la distribución de la electricidad o del gas hay una preocupación por saber cuánto consume cada uno, por cobrar las facturas y por encontrar las fugas.

2) Ordenación urbanística: El crecimiento de las ciudades es relevante para explicar el consumo de agua en una zona. Hay que aplicar costes marginales y no medios.

Normalmente las nuevas construcciones de las ciudades reparten los altos costes marginales de las nuevas construcciones a través de aplicar costes medios al conjunto de la ciudad. En estas construcciones de zonas nuevas, el coste de abastecerse es muy alto porque su baja densidad les hace ser muy intensos en el consumo de agua y porque las infraestructuras son muy costosas.

3) Participación ciudadana e información: Es necesario establecer un cambio de actitud, compromisos de la ciudadanía y niveles de prioridad para realizar una buena gestión de la demanda y evitar los posibles conflictos del agua.

Hay que buscar la participación ciudadana a través de la información (acciones de demostración, programas de concienciación, etc.) y la educación escolar para reducir el desperdicio y fomentar el ahorro.

Apoyar a las minorías innovadoras en el ahorro del agua (reconocimiento público o subvención), campañas de concienciación poniendo lo público como ejemplo (medidas de ahorro en los edificios públicos) para mejorar la relación del agua con la ciudad.

Cambiar la mentalidad de la sociedad es un reto, la nueva cultura del agua es la suma del ahorro, la buena gestión de la demanda, la conservación de los ecosistemas, el libre acceso al agua potable y las nuevas tecnologías.

El objetivo debe ser luchar por los derechos de los ciudadanos asociados al agua con criterios de eficiencia ecosocial y responsabilidad ciudadana.

4) Precios del agua: Hay que aplicar una nueva política de precios para darnos cuenta de que el agua no es un recurso abundante. Como consecuencia del derecho humano a acceder al agua hay un rechazo general a subir el precio del agua.

El precio del agua es muy diferente entre los países, hay países donde el agua es barata y en otros países el agua es cara.

Hay que establecer un sistema de precios transparente de costes del agua y costes ambientales, con tarifas que fomenten el ahorro, eviten el abuso y el despilfarro y permitan recuperar los costes relacionados con el agua. La recuperación de los costes permite tener en cuenta los vertidos y evitan los pagos cruzados para individualizar los costes asociados al consumo de agua.

Una buena medida es la aplicación de tarifas progresivas o por bloques crecientes porque el tema económico es el mejor catalizador social y hay que demostrar que no hay un afán recaudatorio.

Con estas medidas se espera que la sociedad se dé cuenta de lo que cuesta conseguir el agua.

5) Programas de gestión: Programas que afectan a la reducción del consumo de agua potable a través de modificaciones técnicas en los equipos y dispositivo de consumo. Programas para la minimización de la extracción de agua natural a través de un sistema equilibrado, equitativo y sostenible de distribución que proporcione agua.

Hay diferentes tipos de programas:

- Programa para la reducción de uso doméstico (Eficiencia en el equipamiento hidráulico y sanitario doméstico).
- Programa de jardinería y usos exteriores (Eficiencia en el riego de jardines, piscinas, etc.)
- Programa de parques públicos y zonas deportivas.
- Programa comercial, industrial e institucional.

6) Recursos hídricos alternativos: Fomentar el uso de agua no convencional (aguas grises, aguas pluviales, aguas residuales, aguas subterráneas, escorrentías, etc.) para usos urbanos que así lo permitan.

Hay diferentes tipos de aguas no convencionales:

- Aguas residuales: Con una buena depuración puede utilizarse para usos urbanos como el riego de zonas verdes, limpieza de calle, etc.
- Aguas grises: Son aguas procedentes de bañeras, duchas, fregaderos y lavabos.

- Aguas pluviales: Puede ayudar a luchar contra la salinización procedente del uso de aguas reutilizables para el riego.
- Aguas salobres y saladas: Ayuda a liberar agua dulce para utilizarla en otros usos.

7) Red de distribución: Es necesario realizar una mejora y una puesta a punto del sistema de distribución para reducir las pérdidas en la red, eliminar las tomas ilegales o fuera de control, optimizar la presión de la red y posibilitar el consumo de los usuarios. Al fin y al cabo, el agua pérdida en las redes es agua potabilizada que tiene unos costes de tratamiento.

6.4 LOS USOS DE MATERIALES DIVERSOS: LA ECONOMÍA CIRCULAR

El actual modelo económico es un modelo lineal, es un modelo de gestión y de producción de bienes y servicios que fomenta el consumo a corto plazo llevando a nuestro planeta a una situación insostenible.

En el ciclo de vida de la naturaleza, todos los elementos tienen una función y son reutilizados en diferentes etapas. El sistema económico no se parece al ciclo de vida de la naturaleza y choca con el desarrollo sostenible que busca un modelo de consumo a largo plazo. Las economías industriales tienen un defecto de diseño que generan muchos residuos, a diferencia de la naturaleza donde las especies animales o vegetales generan subproductos útiles para otras especies. La sociedad del consumo con su actual estilo de vida y de cultura está generando un impacto sobre el suministro de agua, la calidad del aire, el clima, la diversidad biológica y la salud humana. Los gobiernos saben que están destruyendo las mayores reservas de biodiversidad del planeta, incrementando la concentración de carbono en la atmósfera y acelerando el cambio climático a largo plazo.

Durante décadas el consumo de bienes y servicios ha aumentado en los países industriales y está creciendo de forma acelerada en muchos países en desarrollo. El consumo de materias primas y combustibles ha aumentado a un ritmo más rápido que el de la población mundial.

Un indicador de la actual presión humana sobre la naturaleza es la huella ecológica. Este indicador revela que el mundo ha sobrepasado su capacidad ecológica en un 50%, desde finales de los años setenta. La humanidad está explotando los sistemas naturales más deprisa de lo que pueden regenerarse.

Países como Norteamérica, Europa, Japón y Australia superan de 3 a 6 veces o incluso más la capacidad ecológica de su propio territorio. Esta parte de la población se apropia del 80% de los recursos mundiales y genera la mayor parte de las emisiones de carbono. Para lograr la sostenibilidad, la sociedad debería vivir en un término medio de consumo de capacidad biológica productiva y asimilativa de solo 1,7 hectáreas globales por persona.

Más de la mitad de la población mundial, la mayoría en Latinoamérica, Asia y África vive con su parte justa de la Tierra o incluso menos. Las diferencias entre los habitantes de rentas bajas y los de rentas altas son abismales, hasta el punto de que estos últimos necesitan 3 planetas Tierra (Assadourian; Prugh, 2013).

Para conseguir un cambio de modelo a nivel mundial, todos los países deben comprometerse en desarrollar nuevas estrategias de desarrollo, con elementos que van desde la reeducación de las personas hasta reformas fiscales ecológicas, todo ello en el marco de un convenio por la sostenibilidad y negociado a nivel mundial. Además, es necesario establecer un compromiso social que reconozca el interés colectivo de toda la humanidad para diseñar un modelo de prosperidad mejor para un mundo muy deteriorado y que la sociedad consuma lo suficiente para vivir bien, pero sin superar los límites biofísicos.

Disponemos de tecnologías para vivir sin superar los límites del planeta, pero faltan normativas y acuerdos internacionales.

Muchos productos pueden ser refabricados o producidos a partir de materiales reciclados, pero en la mayoría de las economías no se recuperan los materiales para su reutilización. El reciclaje suministra solamente una pequeña proporción de los materiales utilizados en la producción mundial, incluso en países que pueden permitirse una infraestructura de reciclaje.

Actualmente las perspectivas hacia un modelo de sostenibilidad ecológica y socialmente justa no son muy optimistas. El deterioro de la ecología y las diferencias de renta que hay en la actualidad, nos lleva hacia un tipo de sostenibilidad de palabra y hacia un tipo de economía verde como idea social.

Se tienen que realizar alternativas que conduzcan hacia un futuro mejor desde el punto de vista ecológico, económico y social.

Imagen 8: Ciclo de vida de producto.



Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico (2014).

6.4.1 Economía circular

La economía circular es un sistema no lineal y es un sistema vivo (Imagen 9). Intenta reducir la producción de materiales y la producción de desechos. De esta manera intenta cerrar el bucle económico y ecológico de los recursos (Belda, 2018).

Como acabamos de decir minimiza la producción todo lo que puede, realiza una producción con elementos que por desgracia no pueden ser utilizados por el medio ambiente e intenta utilizar materiales biodegradables para que puedan volver a la naturaleza sin causar ningún daño.

Los materiales no biodegradables que se utilizan deberían de ser de desacople sencillo, reincorporándose al ciclo de producción y proporcionarles una nueva vida. Y si no se puede hacer ninguna de las dos cosas anteriores se reciclaría el material para no provocar ningún deterioro al medio ambiente.

Además, la economía circular es un modelo económico donde prima el aspecto medio ambiental o social por encima del aspecto económico. Es un modelo que favorece a los consumidores y a las empresas, porque para las empresas resulta más beneficioso reutilizar los recursos que crearlos desde cero y para los consumidores les resulta más barato el producto final.

Imagen 9: Economía circular.



Fuente: Fernández, G, (2017).

6.4.1.1 Principios de la economía circular

La economía circular tiene 10 principios básicos (Acciona, 2018a):

- 1) Eco-concepción:** Contabiliza los impactos medio ambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.
- 2) Ecología industrial y territorial:** Modelo de producción industrial en un territorio caracterizado por una gestión eficiente de los stocks y de los flujos de energía, materiales y servicios.
- 3) Economía de la funcionalidad:** Establecimiento de un sistema de alquiler de bienes y eliminación del sistema de venta de determinados productos. Cuando el producto termina su vida útil, vuelve a la empresa donde se reutilizan sus piezas.
- 4) Energías renovables:** Utilización de las energías renovables para producir el producto, reutilizar y reciclar.
- 5) Reciclaje:** Utilizar los materiales que se encuentran en los residuos.
- 6) Reparación:** Dar una segunda vida a productos dañados.

7) Residuo se convierte en recurso: El material biodegradable vuelve a la naturaleza y el que no es biodegradable se reutiliza.

8) Reutilización: Reutilizar ciertos residuos o partes de estos que todavía puedan ser aprovechables en la producción de nuevos productos.

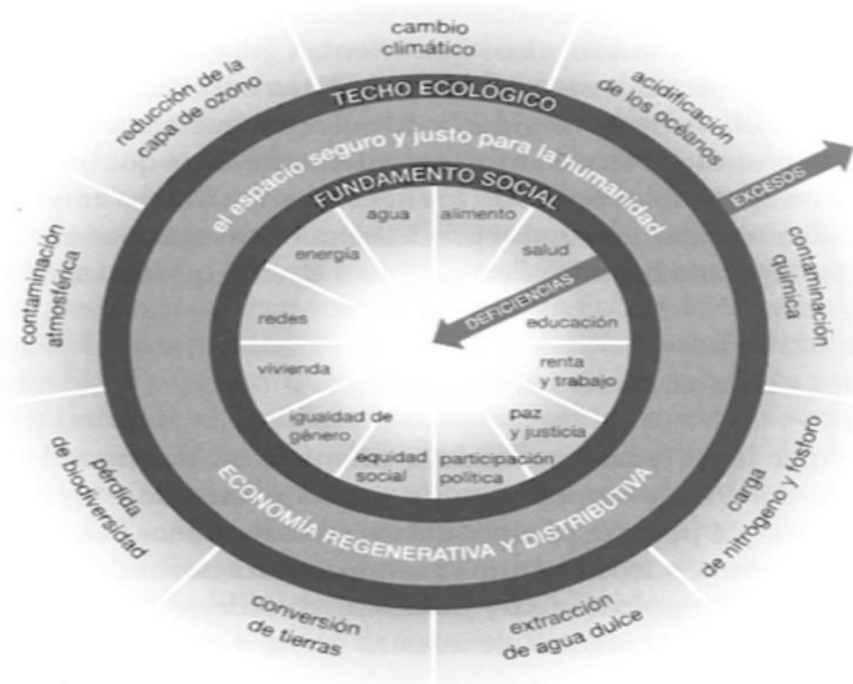
9) Segundo uso: Reincorporar en el circuito económico aquellos productos que no corresponden con las necesidades iniciales de los consumidores.

10) Valorización: Aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.

6.4.2 Espacio seguro y justo para la humanidad

Los países están centrados en los resultados del PIB como indicador económico y eso ha provocado la degradación de los recursos naturales y la generación de desigualdades económicas y sociales en la población (Raworth, 2018).

Imagen 10: Los límites planetarios y sociales.



Fuente: Raworth, K, (2018, p. 54)

Según esta autora la rosquilla es una brújula que guía a la humanidad, para satisfacer las necesidades de las personas y proteger al medio ambiente (Imagen 10).

Dentro de la brújula hay dos zonas, una es el suelo social y la otra es el techo ecológico. El suelo social tiene 12 elementos y el techo ecológico tiene 9 elementos. Dichos elementos se incluyen en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, acordados por 193 países en 2015 y que pretenden alcanzar la mayoría de los objetivos en 2030.

El techo ecológico es el límite máximo en la utilización de los recursos, por encima del cual la vida sería insostenible desde el punto de vista ambiental y el suelo social es el límite mínimo, por debajo del cual la humanidad tendría una mala calidad de vida. Por debajo del suelo social están las deficiencias de los elementos esenciales de la vida entre los que se incluye los alimentos, el agua, la educación, la energía, la salud, etc. Y por encima del techo ecológico se encuentra los sistemas que sustentan la vida como la acidificación de los océanos, el cambio climático, la contaminación química, etc.

Los nueve límites pueden representarse con la forma de un círculo. La parte interna del círculo es una zona segura en la que la humanidad pueda tener una buena vida desde el punto de vista ambiental y desde el punto de vista de la justicia social. Los primeros cálculos indican que al menos cuatro límites ya han sido superados (cambio climático, carga de nitrógeno y fósforo, conversión de tierras y la pérdida de biodiversidad) y como consecuencia del consumo de los recursos va a provocar la superación de los otros límites.

La humanidad necesita que la explotación de los recursos se mantenga por debajo de los umbrales naturales críticos, pero también es necesario que la humanidad pueda acceder a los recursos para que pueda tener una vida digna y con posibilidades de futuro.

En la actualidad millones de personas viven por debajo del suelo social y según algunos indicadores, la humanidad ha caído en ocho aspectos por debajo del suelo social.

Los estilos de vida tienen que ser más sostenibles, adoptar modelos de producción más eficientes y realizar un reparto más equitativo y eficaz de los recursos entre los países.

Los nuevos sistemas tienen que tener como objetivo que la humanidad avance hacia el espacio seguro y justo del que hemos hablado con anterioridad. Según la Comisión sobre la Medición del Desarrollo Económico y del Progreso Social

es necesario realizar cuatro grandes cambios para crear un nuevo sistema de progreso económico y social (Raworth, 2013).

El primer cambio sería empezar a valorar lo que no valora el sistema actual, como son las labores domésticas, los cuidados no remunerados, los servicios de voluntariado y la valoración de los ecosistemas.

El segundo cambio es la creación de indicadores que contabilicen los activos naturales, humanos y sociales de los países. Por ejemplo, el Índice de Riqueza Inclusiva (IWI) elaborado por Naciones Unidas.

El tercer cambio es realizar una distribución real de las rentas, la riqueza, los beneficios y la utilización de los recursos en función del sexo y la etnia para garantizar que lleguen a todos por igual.

El cuarto cambio sería pasar de un sistema que únicamente mide lo monetario, a un sistema que incluya aspectos naturales y sociales para saber si se está dando un crecimiento verde.

Estos cambios van a generar un sistema de economía monetaria que esté relacionado con un desarrollo sostenible y justo.

7. ACCIONES CORRECTORAS DE LAS CIUDADES

En este apartado presentaremos las medidas que se están aplicando en la actualidad en ciudades de diversos países para solucionar los diferentes problemas de la sostenibilidad en los usos del suelo, energía, materiales y agua.

7.1 SUELOS

La sostenibilidad de los usos del suelo urbano debe perseguir la buena calidad de vida de los habitantes, la cohesión y la interacción social, la movilidad sostenible, reducción de la contaminación, respeto a la naturaleza, el adecuado uso del suelo, de la energía, de los recursos, etc. Y ahora profundizaremos en diferentes alternativas como son la compactación urbana, la mejora del diseño urbano y la mezcla de usos para conseguir la sostenibilidad de los usos del suelo.

7.1.1 Compactación urbana

Las ciudades compactas tienen una alta densidad y una mezcla de usos del suelo (comercios, espacios libres, oficinas, zonas residenciales, zonas verdes, etc.) que fomentan la actividad económica.

La compactación urbana reduce el uso del suelo, energía, recursos, la movilidad del transporte, la contaminación, la presión sobre la naturaleza, etc.

Para realizar el modelo de esta ciudad se tiene en cuenta la cercanía a los servicios básicos, la densidad, la distribución, el espacio público, la habitabilidad, movilidad, el número de aparcamientos, la ocupación del suelo, relación entre los peatones y los vehículos, las zonas verdes, etc.

Además, este modelo pretende que los individuos vivan en colectividad lo que facilita que puedan acceder mejor a los servicios, acceder a zonas verdes lo que facilita la conexión con la naturaleza, integración social, movilidad sostenible y que tengan una buena calidad de vida (Ciudades Sostenibles, 2012).

El centro histórico tiene una gran variedad de usos y de viviendas, diferentes lugares de trabajo, centros de servicios públicos y privados y todo está conectado con una red de transporte sostenibles y eficientes.

Este modelo permite a los ciudadanos desplazarse por la ciudad a pie en no más de una hora. Incentivan los recorridos cortos para satisfacer las necesidades de la vida diaria, fomentan el transporte público y el uso de la bicicleta. Los desplazamientos en esta ciudad compacta son eficientes en el tiempo.

7.1.1.1 Ciudad de Estocolmo

Estocolmo es la capital de Suecia y tiene 14 islas conectadas entre sí por 57 puentes (Imagen 11). Tiene parques, reservas naturales, el lago Mälaren, playas, etc. (Ecoportal.Net, 2013).

Tiene una población en torno a los 950.000 habitantes, una densidad en torno a los 7.300 habitantes/Km².

Imagen 11: Estocolmo.



Fuente: Ecoportal. Net (2013).

Para la ciudad es muy importante la sostenibilidad y el medio ambiente y por eso es una de las ciudades más ecológicas y limpias del mundo. Además, está muy conectada con el agua y con la naturaleza que la rodea. Precisamente por el agua se la conoce como la Venecia del Norte. Se pueden realizar múltiples actividades acuáticas y también en la naturaleza.

Al ser una ciudad compacta está hecha para las personas que les gusta desplazarse en bicicleta y a pie. Se puede ir andando desde su centro urbano hasta cualquier parte de la ciudad y hay facilidades para alquilar bicicletas. Además, cuenta con una red de transportes sostenible como son los autobuses y taxis que funcionan con biocombustibles, y también tiene barcos, metro, tranvías, trenes, etc.

7.1.2 Mejora del diseño urbano

Como ya hemos dicho anteriormente, el actual modelo urbano consume muchos recursos, genera muchos residuos y provoca un fuerte impacto en el medio ambiente. Por eso es necesario mejorar el actual modelo y establecer un diseño urbano sostenible donde se fomente la búsqueda del bienestar y de la salud de

sus habitantes, ciudad inteligente, cohesión social, control de la densidad urbana, edificios sostenibles, espacios públicos verdes, gestión sostenible de los recursos, mezcla de usos del suelo, movilidad sostenible, protagonismo del peatón, uso de energías renovables, etc. (Universitat Politècnica de Valencia, 2012).

7.1.2.1 Barrio de Vauban

Este barrio está situado en Alemania, a 4 Km al Sur de Friburgo y era un antiguo acuartelamiento militar del ejército francés (Imagen 12). Tiene 38 hectáreas, está bien comunicado con el centro a través de líneas de autobús y una línea de tranvía. El barrio está diseñado para 5.000 habitantes, con 600 puestos de trabajo, comercio, escuelas, oficinas, restaurantes, etc. En 1993 se inició la creación de este proyecto y terminó en el año 2008 cuando se adjudicaron las últimas viviendas (Catedra Municipios Sostenibles, 2011).

La reutilización del suelo del antiguo cuartel ha permitido reducir el consumo de tierra y expandir las zonas urbanas. El proyecto ha sido desarrollado por grupos de autopromoción y cooperativas siguiendo una estrategia sostenible.

Imagen 12: Plano del Barrio de Vauban.



Fuente: Universitat Politècnica de Valencia (2012).

El barrio sigue una edificación continua, y compacta, estructurada para las calles, y los espacios libres y verdes. Únicamente se permite las residencias plurifamiliares y prohíbe las residencias individuales. Los edificios tienen un máximo de 5 plantas, tiene doble fachada y eso permite la ventilación cruzada. Los edificios están diseñados de tal forma que los edificios no proyectan sombras sobre otros, las manzanas están diseñadas en torno a patios abiertos y orientados al sur. Además, las viviendas tienen que consumir menos de 65 KWh/m² anuales, y para ello utilizan la energía solar y utilizan el modelo de vivienda pasiva.

Sus habitantes son ancianos, estudiantes de la universidad y familias con niños. Las calles y otros espacios públicos sirven para la interacción social y para los juegos de los niños. Todos los edificios están cerca de paradas del tranvía y llegan a la estación central en 15 min.

Los edificios tienen la obligación de mantener los árboles existentes y plantar nuevos. Deben utilizar materiales ecológicos para la construcción, cubiertas verdes, sistemas de filtración pluviales, etc.

El modelo ha conservado el trazado viario, los árboles y las construcciones sirven para recordar el origen del barrio.

Desde un principio se ha producido la participación de asociaciones vecinales, instituciones públicas y otras organizaciones que han continuado con el proyecto. Para poder realizar la participación pública se constituyó el Foro de Vauban. Los habitantes no solo piensan a nivel particular sino también a nivel colectivo y en el bienestar común. Además, se han rehabilitado edificios del antiguo cuartel para reutilizarlos como locales de la comunidad.

En el desarrollo del proyecto participan tres grupos:

Grupo Proyecto Vauban: Es el ayuntamiento que trabaja y gestiona el proyecto.

Comité Vauban: Institución donde se consulta, debate y propone la administración, los partidos políticos y los representantes de los vecinos.

Fórum Vauban: Gestiona el proceso participativo y el trabajo social del barrio.

Imagen 13: Barrio de Vauban.



Fuente: Catedra Municipios Sostenibles (2011).

Las calles son amplias, tienen una circulación limitada o completamente peatonalizadas. Como consecuencia de lo anterior, el modelo de movilidad del barrio no permite los coches, tampoco los aparcamientos y permite desplazarse a la gente en bicicleta o peatonalmente. Hay un aparcamiento común en el perímetro del área residencial. Como ya hemos dicho el tránsito del barrio es restringido y únicamente se permite el tráfico rodado en la vía central. Los únicos vehículos que pueden acceder a esa vía central son los vehículos para el reparto y la recogida con una velocidad máxima de 30 Km/h en el distrito y de 5 Km/h en las zonas residenciales.

Imagen 14: Barrio de Vauban.



Fuente: Me autoabastezco de comida, agua, energía, recipientes (2012).

El barrio está conectado con la naturaleza porque forma parte del espacio natural de la zona y también cuenta con los patios ajardinados. El barrio tiene tres espacios verdes principales que son el arroyo y sus riberas, los árboles y arbustos del centro del distrito y las zonas naturales y no construidas. Dichas zonas se utilizan sobre todo para actividades sociales y son zonas comunitarias y semi-públicas. Además, la mayor parte del suelo del barrio es natural y eso permite la infiltración del agua de lluvia.

Imagen 15: Barrio de Vauban.



Fuente: Catedra Municipios Sostenibles (2011).

En definitiva, el proyecto tiene como objetivos la adaptación de los espacios públicos a los minusválidos, cerrar localmente los ciclos de agua, la compactación urbana, la eficiencia energética, equilibrio entre las infraestructuras y las viviendas públicas y privadas, gestión de los materiales y de los residuos, mezcla de usos, movilidad sostenible, participación pública, planificación urbana desde el punto de vista de la naturaleza, posibilidad de trabajar y vivir en un mismo distrito y la valoración del medio ambiente.

7.1.3 Mezcla de usos

Se define como aquel lugar que alberga varios usos urbanos como son las zonas administrativas, comerciales, culturales, históricas, industriales, deportivas, naturales, recreativas, residenciales, sanitarias, etc.

La ciudad sostenible debe realizar una variedad de usos de suelo de manera eficiente y con un equilibrio de actividades urbanas teniendo en cuenta la morfología, las tipologías y los usos de las edificaciones para enriquecer el espacio urbano.

La mayoría de los usos del suelo están destinados al ámbito laboral y a las zonas residenciales las cuales están aumentando. La densidad y la sostenibilidad deben buscar la accesibilidad a las zonas naturales, la aglomeración tiene que ser modificada en función de los asentamientos y buscar la minimización de los desplazamientos (Camagni; Gibelli; Rigamonti, 2002).

Para determinar los usos urbanos se tiene en cuenta la demanda de los usos y el precio del suelo. La demanda de estos usos ha ganado importancia por su cercanía con las zonas recreativas y productivas con las zonas residenciales. Como consecuencia de esta situación se reducen los desplazamientos, se fomenta la interacción social y la disminución de la contaminación.

La mezcla de usos permite a las personas tener un estilo de vida que fomente las actividades sociales (actividades culturales, desarrollo de la comunidad, organizaciones sociales, etc.) y el aprovechamiento de los diferentes usos del suelo. Además, cuidan las costumbres sociales y los usos tradicionales de la zona (Interurbana, 2017).

Las autoridades y los ciudadanos deben planificar los usos del suelo para satisfacer las necesidades urbanas cumpliendo los estándares mínimos de urbanismo.

En definitiva, buscan el equilibrio entre los usos y las funciones urbanas, fomentar los vínculos sociales, reducir la movilidad, el consumo energético y la contaminación.

7.1.3.1 Ciudad de Masdar

La ciudad de Masdar, está diseñada para unos 50.000 habitantes, tiene unos 6 Km², está situada cerca de Abu Dabi (capital de Emiratos Árabes Unidos) y cerca del aeropuerto de la capital (Imagen 16). Es una de las ciudades sostenibles más importantes del mundo gracias a las innovaciones tecnológicas en bioconstrucción y en el uso de energías renovables. Está diseñada para tener cero carbono, cero desechos y cero residuos.

Imagen 16: La ciudad de Masdar.



Fuente: Ecoesmás (2006a).

Tiene un muro exterior que es de vegetación y que la protege de la corrosión proveniente de las tormentas de arena del desierto.

Al ser una ciudad compacta e inteligente tiene una mezcla de usos como son las zonas comerciales, educativas, industria ligera, recreativas, residenciales, restaurantes, oficinas, etc. Todo esto permite reducir los desplazamientos, reducir las emisiones y el gasto energético.

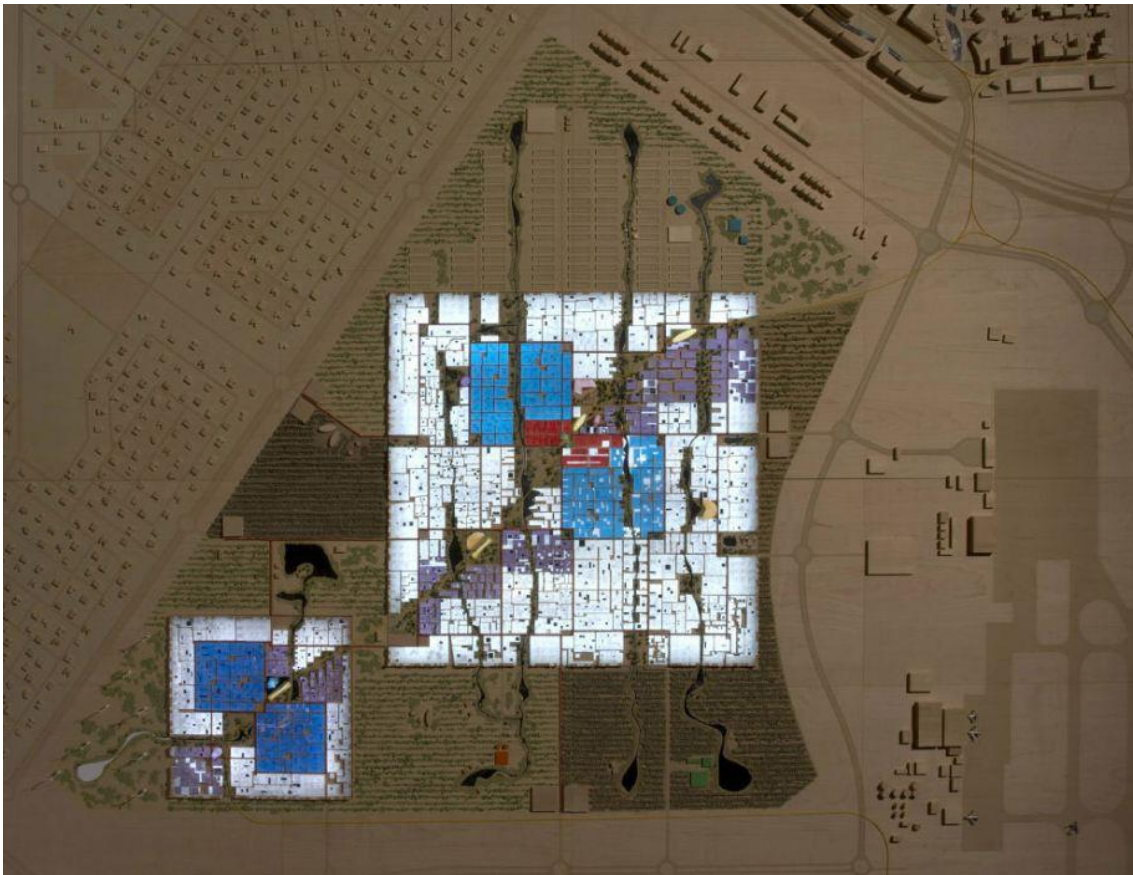
Tiene dos líneas ferroviarias que la conectan con la ciudad que está a 25 Km y con Dubái a 115 Km. Todas las viviendas están a 200 metros de la estación más cercana. Cuenta con una flota de vehículos eléctricos que circulan sobre carriles magnéticos y que recorren la ciudad de punta a punta en menos de 7 minutos.

Sus plantas solares generarán el 100% del suministro energético, además, reciclarán y reutilizarán la totalidad de los residuos. El consumo de agua se reducirá en un 50%, gracias a la desalación, depuración y reutilización.

Las vías y las plazas tienen arbolado, canales de agua y fuentes que refrescan el ambiente (Ecoesmás, 2006a).

Uno de sus edificios más importantes es el Instituto para la Ciencia y la Tecnología que es la Universidad de la Investigación, creada para jóvenes estudiantes.

Imagen 17: Mezcla de usos de la ciudad de Masdar.



Fuente: Ecoesmás (2006a).

Tiene prioridad los espacios de confort, públicos y las zonas verdes por las diferentes zonas de la ciudad porque aquí se reúnen los ciudadanos. Se organizan eventos que satisfacen las necesidades de los diferentes grupos demográficos de la ciudad.

7.2 ENERGÍA

La sostenibilidad energética en las ciudades tiene como objetivo la eficiencia energética, reducción del consumo abusivo y del despilfarro y el uso de energías alternativas que ayuden a la economía, al bienestar de los ciudadanos y sobre todo al medio ambiente. Por eso a continuación proponemos diferentes medidas como son la movilidad, la edificación sostenible y los sistemas de iluminación que ayudan a conseguir dicho fin.

7.2.1 Movilidad

La movilidad sostenible es aquella que tiene como objetivo favorecer un tráfico de calidad, conectado, eficiente, fluido y sostenible a través de acciones

elaboradas por las administraciones, los ciudadanos y las empresas que permita satisfacer las necesidades de la ciudad y conseguir la aceptación social, dar buena calidad de vida a los ciudadanos, coexistir con una gran variedad de medios de transporte, reducir los costes, ser respetuosos con el medio ambiente y con la propia ciudad (Heraldo, 2017).

Es necesario reestructurar la ciudad para que el peatón sea el protagonista. Para ello es importante establecer un plan de movilidad sostenible adaptando las acciones a sus características y a sus circunstancias.

Como ya hemos dicho anteriormente la estrategia efectiva y óptima requiere de una gran variedad de acciones y son las siguientes (Monzón; Cascajo; Madrigal; López, 2006):

- 1) **Aparcamientos estratégicos:** Colocar aparcamientos en zonas estratégicas, dichas infraestructuras disuaden a los vehículos de entrar al centro de la ciudad y fomentan el uso del transporte público. Además, se puede gestionar y limitar el aparcamiento gratuito para el vehículo privado porque el aparcamiento gratuito fomenta este tipo de transporte.
- 2) **Bicicletas:** Para fomentar el uso de este medio de transporte hay diferentes medidas como una red de carriles exclusivo para los usuarios, servicios de alquiler de bicicletas para los ciudadanos, aparcamientos exclusivos para dicho vehículo, la creación de vestuarios y duchas en zonas públicas y privadas y otro tipo de infraestructuras y servicios.
- 3) **Completa accesibilidad:** Facilitar el acceso de los peatones a infraestructuras que conecten con los medios de transporte (metro, parada de autobús, etc.). Además, hay que adecuar y adaptar las infraestructuras y los transportes públicos a las personas de movilidad reducida.
- 4) **Coordinación de los servicios públicos:** Establecer un plan estratégico donde los servicios públicos (transporte público, servicio de limpieza, etc.) se coordinan para optimizar las infraestructuras y la superficie de la ciudad.
- 5) **Energías:** Reducir el consumo de combustibles fósiles a través del uso de energías sostenibles con el medio ambiente y con la ciudad.

- 6) **Fiscalidad favorable:** Establecer una regulación que ayude a fomentar el uso de transporte sostenible con el medio ambiente. Las instituciones públicas pueden reducir los impuestos a los transportes sostenibles o facilitar abonos para el transporte público.
- 7) **Peatonalización:** Fomentar la peatonalización de ciertas partes de la ciudad, crear aceras de cierta anchura o corredores donde los peatones tengan prioridad y ganen protagonismo.
- 8) **Plan estratégico:** Realizar una estrategia donde se utilicen las infraestructuras, el tráfico y los espacios de forma eficiente. De esta manera se favorece la importancia del peatón, el transporte sostenible y el transporte público.
- 9) **Transporte colectivo:** Viajar en vehículos privados de forma compartida (Blablacar), de esta forma varias personas usarían un único vehículo y así se conseguiría reducir el número de vehículos, el gasto (económico y energético), la contaminación, etc.
- 10) **Transporte inteligente:** Las nuevas tecnologías y los sistemas de gestión urbana ayudan a la conexión de los medios de transporte y de los peatones aumentando la fiabilidad del servicio y la optimización de los recursos. Adaptan las redes de transporte en función de la hora y de la zona a las necesidades de las personas de forma rápida y precisa.
La disposición de datos reales permitirá a los ciudadanos saber dónde hay plazas de aparcamiento libres, la situación del tráfico y la ruta más eficiente.
Además, las autoridades podrán modificar los semáforos y la dirección del tráfico de forma anticipada. Los peatones pueden estar conectados a través de sus dispositivos electrónicos a los semáforos para tener más seguridad.
- 11) **Transporte público:** Es uno de los actores principales de la movilidad sostenible dentro de las ciudades.
La creación de carriles exclusivos para vehículos públicos hace más atractivos este tipo de transporte a los usuarios porque son más rápidos y sufren menos atascos que los vehículos privados.
El establecimiento de un peaje urbano puede ayudar a fomentar el transporte público.

También realizar inversiones para modernizar o mejorar el sistema, establecer una buena conexión entre los transportes y un buen sistema tarifario. La aplicación de nuevas tecnologías permite conocer en tiempo real la situación del vehículo.

Disponer de una línea específica de transporte público en zonas industriales o empresariales fomenta el uso de este transporte por parte de los trabajadores (bonos de transporte de las empresas).

- 12) **Vehículos de diferente naturaleza:** Los vehículos eficientes y sostenibles (hidrógeno, eléctricos, etc.) forman parte del modelo transporte sostenible del futuro porque reducen en gran medida la contaminación de las ciudades.
- 13) **Vehículos de trabajo:** Gestionar el aparcamiento y la circulación de los vehículos pesados por determinadas zonas de la ciudad. Limitar el horario de carga y descarga y establecer centros de transporte donde se transfiere la mercancía de los grandes camiones a furgonetas de reparto.

7.2.1.1 Ciudad de Copenhague

Copenhague tiene una población de 570.000 habitantes y es una de las ciudades con mejor movilidad sostenible a nivel mundial (Siemens, 2012).

Cuenta con un sistema de transporte público eficiente (autobús, metro, tranvía, etc.) donde los ciudadanos pueden acceder a él en un radio de 350 m y, además, cuentan con 388 Km de carriles exclusivos de bicicletas. Es conocida por ser una ciudad muy amiga de la bicicleta.

La mayoría de sus ciudadanos se desplazan en bicicleta, ya que comprarse un vehículo en este país resulta muy caro y por eso el número de personas con vehículo privado es de los más bajos de Europa.

Su modelo basado en la bicicleta tiene una serie de características (Deporte sostenible, 2017):

- 1) **Aparcamientos:** En diferentes partes de la ciudad puedes encontrar aparcamiento para bicicletas como por ejemplo en centros comerciales, en la estación de tren, etc. (Imagen 18).

Imagen 18: Aparcamiento de Copenhague.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

2) Barreras arquitectónicas: En los lugares donde es difícil acceder con la bicicleta han instalado pequeñas construcciones que facilita el poder sobrepasarlos, como por ejemplo, instalar un carril metálico en unas escaleras que ayudan a subir o bajar el vehículo (Imagen 19). También han instalado papeleras cerca de los carriles de bicicleta que permiten al ciclista poder usarlas en movimiento.

Imagen 19: Escaleras de Copenhague.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

- 3) **Calles alisadas para bicicletas:** Muchas calles empedradas de la ciudad tienen carriles de bici alisados para facilitar la circulación (Imagen 20).

Imagen 20: Calles empedradas de Copenhague.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

- 4) **Carriles para bicicleta:** Tienen mucha anchura y muchos de ellos tienen el mismo tamaño que los carriles de coche (Imagen 21).

Imagen 21: Carriles de uso exclusivo para bicicletas.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

- 5) **Infraestructuras de la ciudad:** La ciudad cuenta con infraestructuras exclusivas para bicicletas y peatones, como por ejemplo, el famoso puente llamado bicycle snake donde solo pueden utilizarlo dichos usuarios (Imagen 22).

Imagen 22: Puente Bicycle Snake.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

- 6) **Semáforos:** Tienen un sistema que coordina los semáforos de tal forma que a una determinada velocidad las bicicletas encuentran los semáforos en verde. Para su funcionamiento se instalan unas luces LED, si el ciclista circula en paralelo a estas luces y observa que la luz LED está encendida sabe que el próximo semáforo lo encontrará abierto (Imagen 23).

Imagen 23: Sistema para los semáforos abiertos.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

- 7) **Transporte de carga:** Utilizan un modelo de bicicleta llamado Christiania que fue inventada en la ciudad y que utilizan para transportar niños, productos, etc. Además, las bicicletas eléctricas han facilitado el poder transportar mayor carga con mayor facilidad y en menor tiempo (Imagen 24).

Imagen 24: Bicicleta Christiania.



Fuente: Deporte sostenible (2017).

En la actualidad, Copenhague está sufriendo problemas con este modelo de movilidad sostenible porque empiezan a producirse atascos de bicicletas en las calles como consecuencia de la gran cantidad de ciudadanos que se mueven en este vehículo.

7.2.2 Edificación sostenible

Las construcciones de los edificios deben regirse por el principio de ahorro y el de eficiencia energética para aprovechar la iluminación y ventilación natural.

Pero por desgracia la estructura arquitectónica de los edificios del siglo XX tiene un diseño de “Estilo Internacional”, el cual no tienen en cuenta el clima, la identidad local y utilizan sistemas de climatización de gran consumo energético (Universitat Politècnica de Valencia, 2012).

Además, la edificación en altura y la concentración de la población persigue reducir los costes económicos y aprovechar las economías de aglomeración. Pero por desgracia esto favorece el incremento del consumo de materiales.

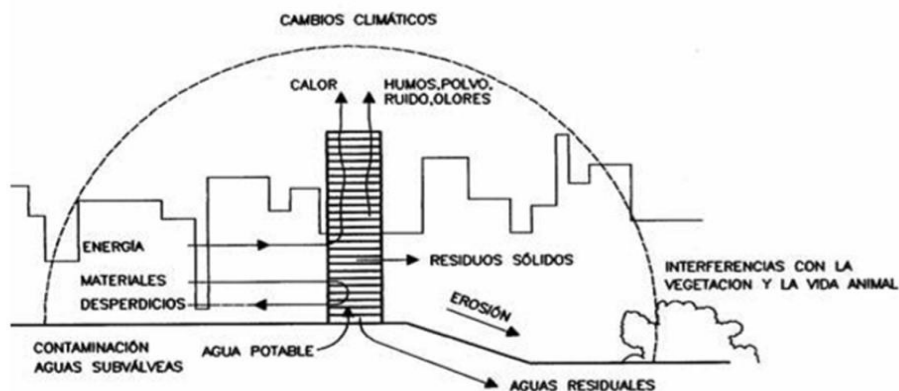
Después de las crisis energéticas, la preocupación energética forma parte de los procesos de edificación.

Para poder aprovechar las características del territorio es necesario que los edificios tengan una buena forma y una buena orientación. El aislamiento y los sistemas de ventilación de los edificios son importantes para proteger del frío y del calor. Es importante la instalación de tecnologías para producir energía a través de fuentes renovables (geotermia, sol, viento, etc.) y la construcción con materiales renovables e inagotables.

Las redes de dotaciones, las áreas verdes, y las zonas libres deben de formar parte de la vida urbana, pero dependiendo de las necesidades sociales en cuanto a la cantidad, y a la calidad favoreciendo zonas de bajo mantenimiento y equilibrados con el entorno natural.

En la mayoría de las periferias urbanas no se han cumplido con estos principios de construcción sostenible en las últimas décadas.

Imagen 25: Impacto de los edificios sobre su entorno ambiental.



Fuente: Universitat Politècnica de Valencia (2012).

7.2.2.1 Torre de Shanghái

En la actualidad es el edificio más alto de china y el segunda más alto del mundo, después del Burj Khalifa de Dubái (Imagen 26). El edificio tiene 632 metros de altura, 128 pisos, 106 ascensores, un peso de 850.000 toneladas y una superficie de 420.000 m². Está ubicado en Shanghái y más en concreto en el distrito de Pudong. Una curiosidad es que Shanghái en una zona sísmica y de tifones (Plataforma Arquitectura, 2013).

El edificio tiene un centro comercial, hotel, cafés, jardines elevados, oficinas, restaurantes, viviendas, lugares de interés cultural y el mirador turístico más alto

del planeta. Lo utilizan aproximadamente 16.000 personas diariamente entre habitantes y visitantes.

Es la súper-torre de gran altura más ecológica y eficiente del mundo, es el edificio más alto del mundo verde, tiene la certificación de construcción verde “Tres Estrellas” de China y la certificación del sistema de construcción verde LEED Oro de EE. UU.

La forma cónica, la textura y la asimetría del edificio hacen que cumpla el principio de sostenibilidad.

Imagen 26: Torre de Shanghái.



Fuente: Plataforma arquitectura (2013).

El edificio tiene una estructura de doble fachada, la primera fachada interior está recubierta por una segunda fachada acristalada que se retuerce sobre sí misma y que está articulada en torno a unas plataformas de planta más ancha, y que se sucede cada 15 alturas (Imagen 28).

Como ya hemos dicho la fachada exterior se retuerce lo que reduce las fuerzas laterales del viento en la estructura del edificio en un 24% y que ha favorecido el ahorro de 60 millones de dólares de estructura que no han construido (Imagen 27).

Imagen 27: Estructura de la Torre de Shanghái.



Fuente: Plataforma arquitectura (2013).

Además, la fachada exterior de la torre es transparente lo que permite una conexión visual entre el interior y la ciudad de Shanghái. Otra conexión existente entre la ciudad y la torre es la existencia de una estación de metro en su planta baja lo que facilita el acceso a los transportes públicos.

El principio de sostenibilidad es fundamental en el edificio, ya que muchos de los elementos del edificio cumplen con dos o tres funciones a la vez.

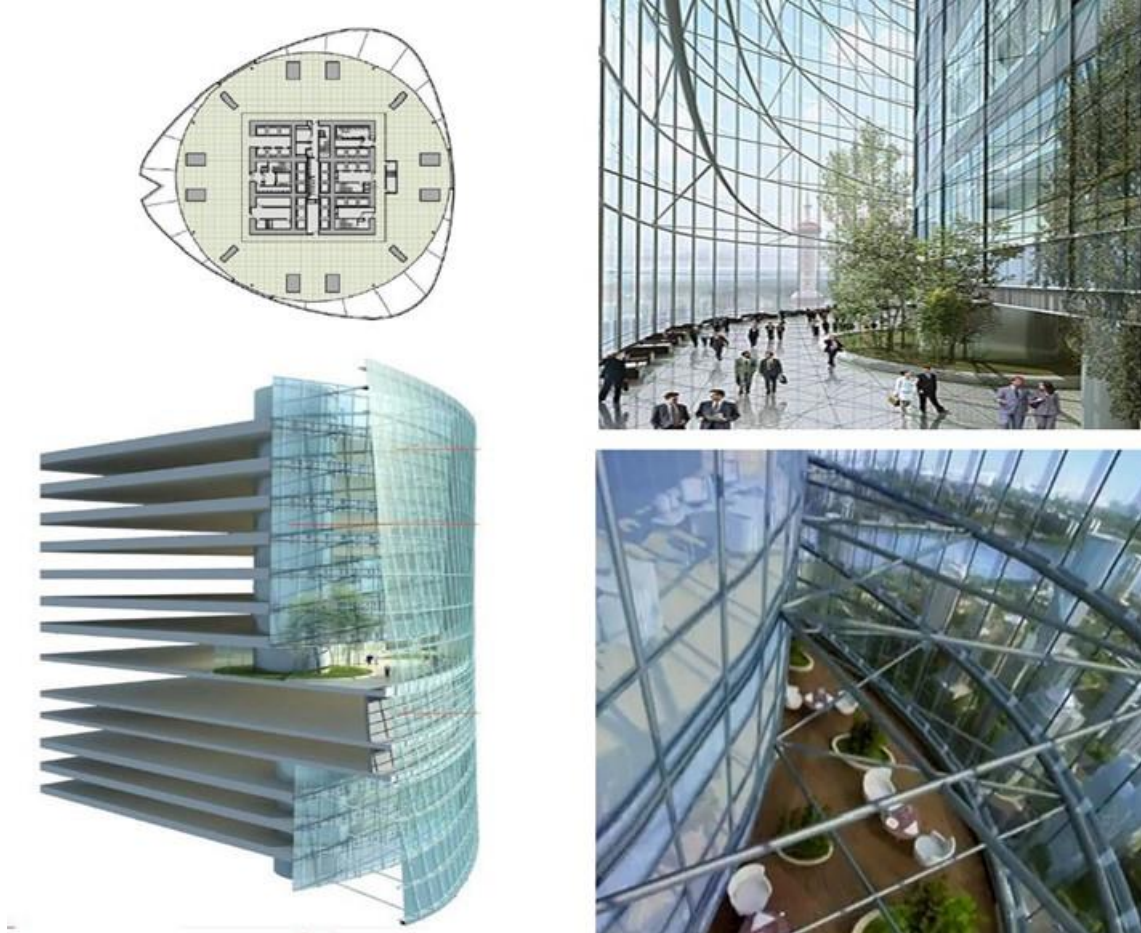
El diseño del edificio permite crear una bolsa de aire entre las dos fachadas lo que genera un aislante térmico natural de mucha importancia, ya que la ciudad de Shanghái tiene mucha humedad y unas temperaturas muy altas en verano y muy bajas en invierno. Este aislamiento permite ahorrar mucha energía destinada a la calefacción y a la refrigeración.

Sus fachadas acristaladas interiores y exteriores admiten el máximo de la luz natural posible, lo que reduce el consumo de luz eléctrica.

El interior de la fachada exterior del edificio cuenta con 9 jardines, estos jardines sirven de interacción y de relación con la comunidad como si fuera una plaza cívica de una ciudad tradicional. Gracias a estos jardines, el edificio está rodeado de espacios públicos.

La forma de desplazarse en el edificio es gracias a sus ascensores, diseñados específicamente para él, son los más rápidos del mundo y alcanzan una velocidad de 18 metros por segundo.

Imagen 28: Interior de la Torre de Shanghái.



Fuente: Plataforma arquitectura (2013).

El último piso del edificio cuenta con turbinas de viento que generan energía (Imagen 29). Estas 72 turbinas eólicas generan energía a través de un sistema de cogeneración de 2.130 Kw, distribuyendo electricidad y energía térmica al edificio.

Las estrategias de sostenibilidad del edificio reducen su huella ecológica en 34.000 toneladas métricas por año.

Imagen 29: Torre de Shanghái.



Fuente: Plataforma arquitectura (2013).

Por último, la corona de la torre tiene una gran cuenca de captación de agua de lluvia y la acumula en un depósito, que una vez tratada se utiliza en el edificio para el aire acondicionado y la calefacción y que al año es capaz de recoger el equivalente a 300 piscinas estándar (Imagen 30).

Imagen 30: Torre de Shanghái.



Fuente: Plataforma arquitectura (2013).

7.2.3 Sistemas de iluminación

Hasta hace poco tiempo se hacía un uso indiscriminado de los sistemas de iluminación en los espacios públicos, pero se ha producido un cambio en la concienciación social y ahora se intenta realizar un mejor aprovechamiento de los recursos para reducir los abusos, el derroche, la poca preocupación con respecto al consumo eléctrico y realizar unos usos respetuosos con el medio ambiente (Novelec, 2018).

Aparecen diferentes tipos de medidas que permiten conseguir estos objetivos:

1) Bombillas LED.

Este tipo de bombillas tiene una serie de ventajas (Novalume, 2017):

Ahorro de energía: Estas bombillas son más eficientes, no malgastan la luz y consumen un 75% menos de energía que las convencionales.

Buena calidad: Permite tener un 97% de luz perfecta y, además, existe una gran variedad de colores de luz y eso hace que se adapten a cada situación.

Direccional: La luz es direccional y eso es bueno porque en las ciudades la iluminación nocturna es mayor de la que se necesita y por eso la gente de las ciudades no puede ver las estrellas por la noche.

Flexibilidad: Son regulables, no se calientan, se pueden encender y apagar sin que afecte a su durabilidad y a sus emisiones.

Larga duración: Este tipo de bombillas son muy duraderas, duran 25 veces más que las bombillas convencionales y provoca un ahorro importante en mantenimiento.

Respetuoso con el medio ambiente: Produce menos emisiones de CO₂, son reciclables porque no contiene productos tóxicos y químicos.

Seguridad: Pueden soportar climas y temperaturas extremas, son seguras al tacto cuando están encendidas y no tienen riesgo de incendio.

Gracias a estas ventajas las empresas públicas y privadas han aumentado la compra de estas bombillas en sus instalaciones.

2) Iluminación inteligente.

La iluminación inteligente en las ciudades intenta conseguir mejoras ambientales, económicas y financieras. Este tipo de iluminación forma parte de las Smart Cities, en las que se combina avances tecnológicos de la comunicación y de la información, para conseguir una buena calidad de luz, una buena seguridad, un desarrollo sostenible y la satisfacción de la sociedad (Novelec, 2018).

Las tecnologías de la iluminación inteligente se instalan en el mobiliario urbano para que funcionen de forma automática y eficiente.

El sistema tiene un fácil manejo y, por lo tanto, cualquier luz de la ciudad se puede monitorizar su nivel energético a través de sensores de movimiento para encender o apagar, regular la intensidad y la tonalidad de la luz. Todo esto permite ahorrar energía, fomentar la sostenibilidad y la eficiencia energética. Requiere un mantenimiento pequeño y sencillo a través de la planificación y programación con análisis y ajustes en tiempo real.

Además, se pueden establecer otros sistemas como sensores que midan la calidad del aire, análisis de la temperatura de la carretera y sistemas de vigilancia. Otra medida sería el establecimiento sistemas de carga de vehículos eléctricos y la instalación de aparcamientos inteligentes (Sinelec, 2017).

La rentabilidad económica se produce desde el primer día y por eso las instituciones financieras ofrecen facilidades de financiación para la instalación de iluminación sostenible.

Queda mucho por conseguir para que este tipo de iluminación se establezca de forma permanente en las ciudades.

7.2.3.1 Ciudad de Valladolid

La ciudad de Valladolid es un referente dentro de las Smart City Lighting, desde el punto de vista humano, medio ambiental y tecnológico. La ciudad tiene un alumbrado eficiente, inteligente y que intenta conectar con los ciudadanos (Diseño de la ciudad, 2015).

Proyectos como la ruta de Valladolid, Ríos de Luz, ha sido premiada con el premio de la asociación internacional Luci en 2011, en el que premiaban el mejor proyecto de iluminación urbana city people light y en 2012 obtuvo el premio de city people light 2003-2011.

El modelo de iluminación sostenible de esta ciudad intenta mejorar el ahorro, la eficiencia y la sostenibilidad energética con la utilización combinada de luces LED e iluminación inteligente.

Imagen 31: Luces LED de Valladolid.



Fuente: Elaboración propia.

Hay varios ejemplos del ahorro energético de esta ciudad, uno de ellos en la calle Castelar cuenta con iluminación inteligente, luces LED y un sistema que controla la presencia de los viandantes (Imagen 32). El ahorro en esta calle es del 90% porque la mayor parte del tiempo la luz está al 20% de su intensidad. Cuando la gente pasa por esta calle, el sistema lo detecta y aumenta su nivel de intensidad.

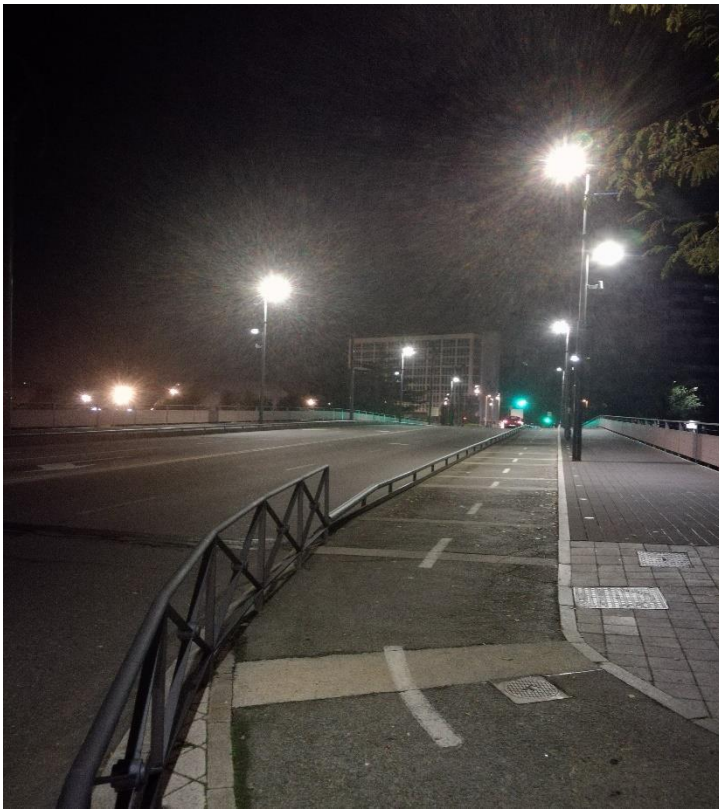
Imagen 32: Calle Castelar de Valladolid.



Fuente: Elaboración propia.

En el Puente de Isabel La Católica el consumo se ha reducido en un 35% con este sistema, gracias a la combinación de iluminación inteligente y luces LED (Imagen 33).

Imagen 33: Puente de Isabel La Católica.



Fuente: Elaboración propia.

7.3 MATERIALES

La sostenibilidad urbana de los usos de materiales intenta que el modelo económico se parezca a la naturaleza cerrando el ciclo de vida de los materiales y concienciando a los ciudadanos de que muchos materiales pueden volver a utilizarse sin la necesidad de tener que extraerlos de la naturaleza provocando un gasto energético y un deterioro del medio ambiente. Por todo ello, hablaremos del ciclo de vida del producto y reducción de usos de materiales y del tratamiento de residuos y de la ley de las tres erres.

7.3.1 Ciclo de vida del producto y reducción de usos de materiales

La mayoría de las actividades económicas consumen recursos y generan residuos que afectan al medio ambiente. El análisis del ciclo de vida de un producto o de un servicio intenta realizar una producción siguiendo el criterio de que los recursos energéticos y las materias primas no son ilimitados. Dicho análisis realiza un estudio del ciclo de vida de una actividad, un producto o un servicio donde se cuantifica la energía y los materiales para luego establecer una

estrategia de sostenibilidad ambiental que ayude a gestionar la energía, los recursos, los residuos y a minimizar los impactos de las actividades económicas en el medio ambiente (Gestiopolis, 2017).

Además, existe la norma ISO 14001 publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) donde se recogen las normas de ámbito internacional sobre la gestión ambiental, de productos y de organizaciones. El ciclo de vida de un producto se puede guiar por esta norma porque en definitiva intenta reducir los impactos ambientales de las actividades, productos y servicios (ISO 14001, 2015).

Imagen 34: Ciclo de vida de los productos.



Fuente: Cultiva cultura online magazine (2015).

Las etapas en el análisis del ciclo de vida de los productos son las siguientes:

- 1) **Adquisición:** Son todas las actividades y la energía necesaria para extraer la materia prima. Los efectos nocivos de esta etapa son el deterioro de las tierras, emisiones de gases y otros contaminantes al medio ambiente.
- 2) **Fabricación:** Son las actividades realizadas para convertir la materia prima y la energía utilizada en el producto deseado. Los efectos nocivos de esta etapa para el medio ambiente son la energía utilizada y los

residuos. La mayoría de los residuos son recuperables, pero a las empresas no les interesa.

- 3) **Diseño del producto, distribución, embalaje y transporte:** Etapa en la cual se puede generar muchos o pocos efectos negativos en el medio ambiente dependiendo de la innovación y de la logística de la empresa.
- 4) **Mantenimiento, reutilización y uso:** En esta etapa se consume energía y recursos para poder usar el producto de forma correcta y eficiente. El efecto negativo de esta etapa es la utilización de recursos no renovables y la producción de gases de efecto invernadero.
- 5) **Reciclaje:** Esta etapa empieza cuando el producto ha terminado su vida útil y se intenta reutilizar sus materiales para incorporarlos a un nuevo ciclo económico.
- 6) **Gestión de los residuos:** Empieza cuando el producto ha terminado su función y termina como un residuo en el medio ambiente. Dichos residuos pueden volver a ser utilizados o pueden servir para generar energía.

7.3.1.1 *Ecodiseño*

En este apartado, no podemos poner un ejemplo de una ciudad donde esté extendida esta acción correctora y por eso vamos a poner diferentes ejemplos de productos y servicios que se centran en uno de los aspectos del análisis del ciclo de vida de un producto. Y por eso vamos a hablar del ecodiseño, el ecodiseño intenta mejorar los materiales que se utilizan en las diferentes etapas del producto como son el ensamblaje del producto, la distribución, utilización, reutilización y su tratamiento como residuo (Cultiva cultura online magazine, 2015).

Este método utiliza la cultura y la tecnología del momento para realizar los diseños sostenibles. Entre sus objetivos destaca, mejorar la vida de las personas y satisfacer sus necesidades utilizando un consumo de agua sostenido, la eficiencia energética y la reducción de emisiones. También intenta reducir entre un 30 y un 50% su impacto en el medio ambiente y fomentar la sostenibilidad.

Los productos que puede realizar el ecodiseño son muy variados y un ejemplo de ellos son los siguientes:

1) Camas.

Camas elaboradas con productos naturales y renovables (Imagen 35). Participan artesanos y carpinteros locales. Su objetivo es la eficiencia humana y el respeto a la naturaleza.

Imagen 35: Cama con material natural y renovable.



Fuente: Cultiva cultura online magazine (2015).

2) Estanterías.

Elaboradas con neumáticos usados de bicicletas. Al colocarlas de forma tensionada permite colocar objetos por la presión que ejercen (Imagen 36).

Imagen 36: Estanterías neumáticas.



Fuente: Cultiva cultura online magazine (2015).

3) Lámparas.

Lámparas de la marca ONA que tiene un diseño inspirado en la naturaleza y proporcionan una iluminación cómoda para la vista (Imagen 37).

Imagen 37: Lámparas.



Fuente: Cultiva cultura online magazine (2015).

4) Muebles.

Son muebles de diferentes colores y diseños y que han sido fabricados con placas de cartón ensambladas y prensadas. Además, son muy ligeros y resistentes (Imagen 38).

Imagen 38: Muebles de cartón.



Fuente: Cultiva cultura online magazine (2015).

5) Productos con vidrio.

Una marca de Barcelona llamada Lucirmás elabora sus productos de manera artesanal y fabricado con vidrio 100% reciclado. Sus diseños se basan en la funcionalidad, innovación y simplicidad (Imagen 39).

Imagen 39: Productos con vidrio.



Fuente: Cultiva cultura online magazine (2015).

7.3.2 Tratamiento de residuos y ley de las tres erres

La estrategia de las 3R consiste en reducir, reutilizar y reciclar los residuos. El mejor residuo es el que no se produce (Seisdedos, 2007).

La reducción tiene importancia para los ciudadanos y para la industria a través de un consumo responsable.

La reutilización consiste en no tirar las cosas, darles una segunda oportunidad y así el ahorro es doble porque no se tira, y no compras un recurso nuevo.

El reciclado actúa sobre los residuos e intenta cerrar el ciclo incorporándoles al sistema. Dicha actividad se fundamenta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en concreto en el Objetivo 12 de “Garantizar modalidades de consumo y de producción sostenibles” y su meta 12.5 de “reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”.

En el año 2012 las ciudades del mundo generaron 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos y estima que para el año 2025 llegarán a los 2.200 millones de toneladas de este tipo de residuos (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN, 2018). La tasa media de residuos en España sobrepasa los 1,6 Kilogramos por habitante y día, por eso se ha establecido contenedores para realizar una recogida selectiva como puede ser de envases, papel y vidrio.

Es necesario que los ciudadanos colaboren y pongan interés en la clasificación de los residuos que generan y por eso, los ciudadanos tienen que clasificarlo en cartón y papel, envases, residuos voluminosos y peligrosos, vidrios y resto de los residuos. También es importante el cuidado y el mantenimiento de los espacios públicos porque existe unas pautas sociales que rechazan las conductas inadecuadas con las zonas urbanas y el medioambiente.

Como acabamos de decir, las zonas urbanas deben cuidarse, mantenerse y encargarse de sus residuos. Este tipo de actividades se encuadra en el departamento de medioambiente que supone el mayor gasto de toda la ciudad y con el que cuenta con mayor mano de obra.

Aunque por desgracia hay ciudadanos que consideran que al pagar sus impuestos son clientes, que pueden hacer lo que quieran y exigen unos servicios de calidad.

El reto de las ciudades es eliminar los residuos y conseguir cerrar el ciclo como lo hace la naturaleza. Para solucionar este fracaso observable en los vertederos y en las escombreras utilizamos la estrategia de las 3R.

Estos residuos se pueden utilizar para crear abonos naturales dedicados a las zonas verdes. Hay que cambiar el valor del residuo y empezar a valorarlo como una materia prima secundaria en otras actividades económicas.

A la hora de recoger los residuos hay dos sistemas. El tradicional, basado en la recogida por vehículos y los de recogida neumática que son más modernos. El uso de uno o de otro depende de los costes fijos y los costes variables, ya que el primero requiere mucha mano de obra y poca inversión y el segundo todo lo contrario.

Para otros residuos se utilizan centros de reciclaje, puntos limpios o puntos verdes, como consecuencia de su peligrosidad, y de su volumen no puede tirarse a los contenedores habituales y es el mismo usuario el que lo debe llevar a estos puntos.

7.3.2.1 Ciudad de Curitiba

Curitiba es la capital del estado de Paraná, se encuentra al sur de Brasil y se la conoce como la ciudad ecológica o la ciudad sonrisa (Imagen 40). En 1970 empezó a ganar protagonismo por su preocupación con el desarrollo sostenible (Ecoesmás, 2006b).

Es la séptima ciudad en tamaño y la más verde de las capitales de Brasil. La ciudad estableció un plan donde fomenta el ambiente limpio, los espacios verdes y una adaptación a su futuro crecimiento (Vida más verde, 2012).

La ciudad ha recibido premios por su plan de innovación, plan urbanístico y sus programas medio ambientales. Gracias a dichos premios Curitiba es un referente de ciudad eficiente y sostenible a nivel mundial.

Imagen 40: Ciudad Curitiba.



Fuente: Vida más verde (2012).

Sus habitantes se han preocupado siempre del agua sucia, de las basuras, de la contaminación del aire y de los problemas de movilidad. Y por eso las autoridades se han visto obligados a intervenir para conseguir un lugar más verde, más limpio y más cómodo para vivir. Buscan su propia sostenibilidad a través de la colaboración del poder público y de la sociedad.

Jaime Lerner fue tres veces alcalde de Curitiba, ha sido uno de los principales protagonistas del cambio de la sostenibilidad económica, medio ambiental y social de la ciudad a lo largo de décadas. Los cambios más importantes que ha conseguido la ciudad son (More than green, 2007):

- 1) Bonos de autobús a cambio de basura.
- 2) Integración de áreas verdes en la ciudad para reducir las inundaciones y hacer la ciudad más habitable. Dichos parques contribuyen a la limpieza del aire y genera empleo para su mantenimiento. Algunos parques son atendidos por niños de las calles a cambio de comida y muchos árboles fueron plantados y cuidados posteriormente por los ciudadanos.
- 3) Invención y construcción de un sistema de autobús barato, eficiente y rápido que funciona como un tren ligero.
- 4) Peatonalización del centro.
- 5) Programa de reciclaje masivo.

El objetivo del programa de reciclaje “Basura que no es basura” se ha cumplido 18 años después. El éxito del programa se debe a dos principios:

1) Educar a la población en el colegio desde muy pequeños para el reciclaje y su hábito diario. Y eso ha generado una gran concienciación ciudadana de la sostenibilidad del medio ambiente.

2) Sistema efectivo que se haga cargo del material y lo recicle.

El programa ha conseguido que los residuos de Curitiba hayan dejado de ser un problema y se hayan convertido en una oportunidad. Además, dicho programa ayudó a los agricultores locales, disminuyó las enfermedades, limpió de basuras las calles y los ríos y mejoró la alimentación de los ciudadanos.

Todo comenzó debido al crecimiento demográfico en la década de los 80 y a la no recolección de basura en áreas difíciles de acceso. En 1989 la Secretaría Municipal de Medio Ambiente creó el programa compra de basura en el que se intercambiaba desperdicios por bonos de transporte público. En 1991 y con la intención de ayudar a los agricultores, se cambió el programa por otro llamado “Cambio Verde”, en el que se intercambiaba desperdicios por alimentos provenientes de granjas de la periferia. Dicho programa tiene las siguientes fases (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN, 2018):

1) El ayuntamiento compra las frutas y verduras que los agricultores agrupados en la Federación Paranaense de las Asociaciones de los Productores Rurales no han podido vender.

2) Los ciudadanos pueden canjear 4 Kg de basura reciclable (cartón, chatarra ferrosa y no ferrosa, papel y vidrio) o 2 litros de aceite usado por 1Kg de frutas y verduras.

Curitiba tiene uno de los porcentajes más elevados de reciclaje ya que recicla dos tercios de su basura. Los ciudadanos separan la basura en orgánico e inorgánico y de esta forma es recogida por dos tipos de camiones. Los ciudadanos pobres que viven en barrios marginales donde no llegan los camiones, tienen que traer su basura a centros vecinales donde pueden cambiarla por billetes de bus y comida comprada en granjas de la periferia.

Como consecuencia de esta situación ha surgido la creación de recolectores de basura o cartoneros que suelen ser personas desempleadas que se dedican a

la recolección material para venderlo y de esta manera subsistir. Esta actividad es una de las razones del éxito del programa, además dicha actividad es responsable del 92,5% de las 550 toneladas de residuos reciclables recolectados en la ciudad cada día (BNamericas, 2007).

3) El gobierno vende el material recuperado a las industrias y el dinero recaudado se destina a programas sociales.

Toda la basura se lleva a una planta construida con materiales reciclados y que contrata a discapacitados, inmigrantes y alcohólicos para separar botellas, latas y plásticos. Los materiales recuperados son vendidos a industrias locales. El programa de reciclaje tiene el mismo presupuesto que el antiguo vertedero. Gracias a este programa la ciudad está más limpia, genera más trabajos y los pobres tiene comida y transporte.

Imagen 41: Curitiba.



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN (2018).

7.4 AGUA

La sostenibilidad de los usos del agua urbana busca reducir los problemas de disponibilidad y suministro de agua que han aumentado a lo largo de los años como consecuencia del desperdicio de este recurso, incremento de la demanda y de la escasez provocada por factores climáticos. Para conseguir dichos

objetivos proponemos las siguientes medidas como son la reducción de usos, la utilización de agua residual y la utilización de agua pluvial.

7.4.1 Reducción de usos

Reducir el consumo de agua de las ciudades se puede conseguir a través de programas de concienciación ciudadana (acciones de demostración, educación escolar, información ciudadana, etc.), mejoras técnicas en los equipos de consumo residencial (doméstico, jardinería, piscinas, etc.) y no residencial (centros comerciales, industrias, instituciones, parques, etc.) y también con tarifas en los consumos para evitar el despilfarro (Peñas, 2010).

7.4.1.1 Ciudad de Denver.

La ciudad de Denver tiene un clima semidesértico y una población de 650.000 habitantes en el año 2013.

Desde el año 2006 la ciudad comenzó una campaña de concienciación ciudadana para reducir el consumo de agua porque por aquella época la ciudad tenía un consumo residencial de 393 litros por habitante y día y en el consumo de todos los tipos (doméstico, industrial, servicios, etc.) de 800 litros por habitante y día. Gran parte de este consumo excesivo se destina al riego de los jardines públicos y privados (Iagua, 2018).

Las medidas que ha establecido Denver para solucionar este problema son auditorías hídricas gratuitas, mejoras en las tarifas del agua, restricciones de agua, subvención de aparatos eficientes, etc.

La campaña publicitaria que inició la ciudad en el año 2006 tenía de eslogan “Use only what you need” que significa “usa solo lo que necesites”. La campaña empezó con dos imágenes en las que salía un taxi y un banco, a los dos objetos les faltaba piezas no necesarias, pero tenían las piezas imprescindibles para poder funcionar correctamente (Imagen 42).

Imagen 42: Taxi y banco de Denver.



Fuente: lagua (2018).

En el año 2008, la campaña intentaba concienciar sobre el agua desperdiciada por las fugas o los malos usos y por eso se instalaron bidones metálicos en las calles donde se mostraba a simple vista la cantidad de agua desperdiciada (Imagen 43).

Imagen 43: Bidones.



Fuente: lagua (2018).

En el 2009, Denver intentó concienciar sobre el riego del césped. La ciudad planta la variedad Blue Grass, que es una especie que no se adapta al clima de Denver y que necesita mucha agua. El problema de los jardines es que lo riegan

más de lo necesario. El eslogan era “cuánta agua das a tu jardín vs cuánta realmente necesita” (Imagen 44).

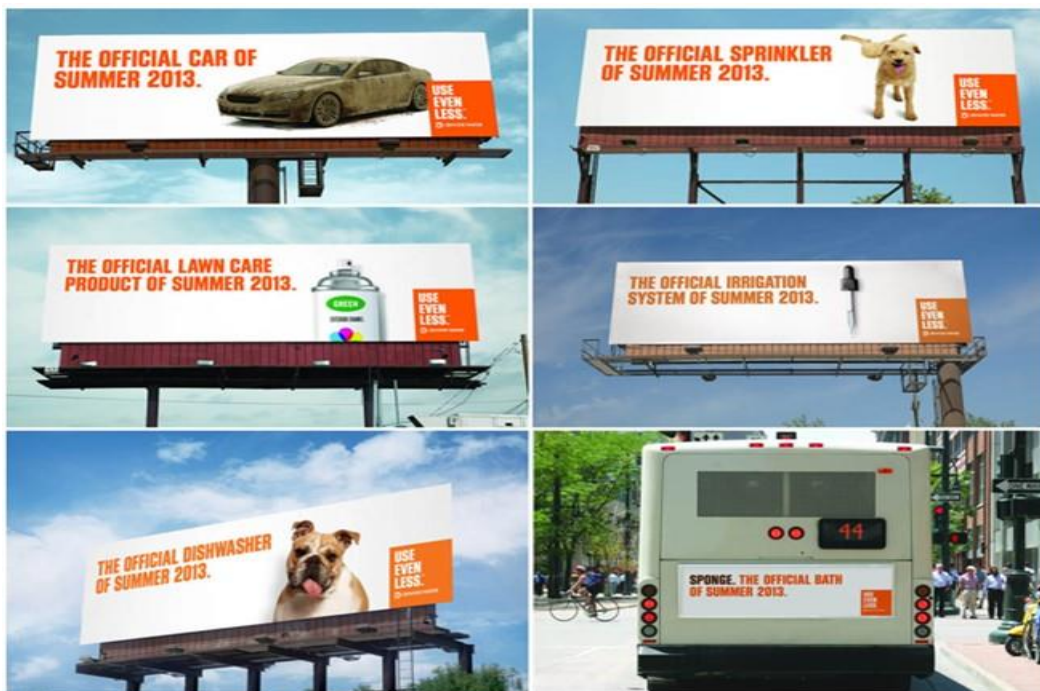
Imagen 44: Césped.



Fuente: lagua (2018).

En 2013, la medida era sobre la campaña veraniega donde intentaron reducir el consumo de los ciudadanos en esta época del año (Imagen 45).

Imagen 45: Campaña veraniega.



Fuente: lagua (2018).

En el año 2015, el lema de la campaña era “You can’t make this stuff”, con este lema intentaron que la gente se diera cuenta de que el agua no se puede fabricar y utilizaron marquesinas de autobuses para representar el agua (Imagen 46).

Imagen 46: Marquesinas de los autobuses.



Fuente: lagua (2018).

En la actualidad, estas medidas han conseguido que el consumo residencial se haya reducido en un 21%, llegando a los 310 litros por habitante y día y en todos los tipos de consumo se ha reducido en un 22%, llegando a los 624 litros por habitante y día.

7.4.2 Utilización de agua residual

Las aguas residuales son aquellas que provienen de los desagües, fregaderos, inodoros, etc. Para poder utilizar estas aguas hay que aplicar unos tratamientos biológicos, físicos y químicos para eliminar los contaminantes o residuos presentes en ellas por culpa de las actividades y usos del ser humano. La meta de esta actividad es conseguir agua limpia o reutilizable en el medio ambiente y también el uso de los residuos obtenidos del agua (Pistonesi; Haure; D’Elmar, 2010).

Los principales problemas que puede producir las aguas residuales son efectos nocivos sobre la fauna y la flora, la actividad económica y enfermedades de los seres humanos.

Como ya hemos dicho anteriormente el agua pasa por una serie de tratamientos y son los siguientes:

Tratamiento Primario: Separación de los residuos sólidos.

Tratamiento Secundario: Proceso biológico de la materia orgánica disuelta que se transforma en sólidos suspendidos y que gracias a este proceso se pueden eliminar fácilmente.

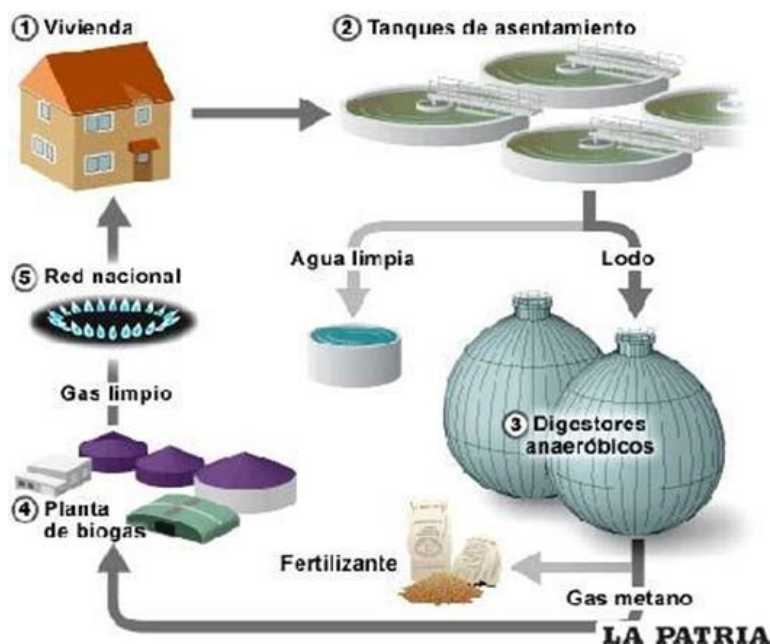
Tratamiento Terciario: Múltiples procesos como la desinfección, microfiltración, etc.

Los usos que pueden tener las aguas residuales pueden ser muchos como, por ejemplo, abono o riego para la agricultura, climatización con calor constante de agua, obtención de energía a través de biogás y la obtención de electricidad.

7.4.2.1 Ciudad de Wolfsburg

La ciudad de Wolfsburg es una ciudad del norte de Alemania, perteneciente al estado federal de Baja Sajonia y tiene una población de más de 120.000 habitantes.

Imagen 47: Ciclo de las aguas residuales.



Fuente: La brújula verde (2010).

Las aguas residuales de esta ciudad pueden ser utilizadas para obtener energía a través del biogás que obtienen de la depuradora. Dicha energía la utilizan para la planta depuradora, para las centrales de electricidad o para los vehículos (Consumer, 2008).

También el agua residual puede tener usos agrícolas, puede usarse para el riego u obtener suplementos agrícolas como son el fosfato y el nitrógeno que se pueden utilizar como abonos.

Además, utilizan energía térmica para realizar el secado de los lodos, por ello obtienen un combustible sustitutivo parecido al Lignito y que tiene un gran poder calorífico. El Lignito es un carbón mineral, de color negro o pardo, es fácil de quemar y con una concentración en carbono que puede ser entre un 60 y 75%.

7.4.3 Utilización de agua pluvial

Aprovechar todos los recursos existentes en las ciudades para reducir los problemas derivados del agua es algo fundamental y por este motivo el agua pluvial es un importante recurso que puede satisfacer las necesidades de agua potable, reducir la contaminación y reducir las inundaciones (Morote; Hernández, 2016).

7.4.3.1 Ciudad de Alicante

El uso de las aguas pluviales permite aumentar la oferta de agua para usos públicos (baldeo de calles, riego de jardines, etc.), reducir la contaminación y reducir el riesgo de inundación. Tiene como objetivo maximizar los recursos y minimizar los riesgos (Morote; Hernández, 2017).

Además, es un recurso de acceso libre, fácilmente disponible y es un recurso local y renovable. Sus mayores inconvenientes son las lluvias aleatorias, pérdida de calidad y una falta de normativa sobre la calidad de las aguas pluviales y sus diferentes usos.

El crecimiento de este recurso desde el año 2000, ha permitido la ampliación de parques públicos gracias a una mayor disponibilidad de agua, un mayor uso por parte de los particulares y la sustitución del agua potable para el baldeo de calles y riego de jardines.

La ciudad de Alicante intenta establecer nuevos recursos a partir de las aguas pluviales y de las aguas regeneradas. Aplica principios ambientales para intentar reducir los riesgos medio ambientales (sequía), económicos y sociales.

Además, en la ciudad de Alicante se han establecido unas actuaciones sobre las aguas y a continuación hablamos de su cronología:

1995: Agua Reutilizada para el campo de golf de Bonalba.

2001-2002: Plan Director de reutilización de agua.

Dicho plan establece mejoras en la interconexión de redes, nuevas redes de los procesos de tratamiento y de las redes de transporte. Además, se establecen unos parques que rodean la ciudad que se denominan Cinturón Verde (Imagen 48).

Imagen 48: Parques de la ciudad de Alicante.



Fuente: Morote, A. F.; Hernández, M, (2016).

2004: Red de transporte de Agua Reutilizada.

El 70% de las zonas verdes existentes de la ciudad se riegan con esta agua gracias a esta red. La doble red de agua reutilizada riega 446 Ha de parques y jardines.

2006-2011:

Se intenta expandir el acceso a clientes particulares, incrementar la capacidad de tratamiento, de las zonas irrigadas, aumentar los depósitos de distribución y los depósitos de anticontaminación.

Depósito anticontaminación.

En el año 2011 empezó la construcción de dicho depósito y tiene una capacidad de almacenamiento de 60.000 m³ (Imagen 49).

En los periodos de lluvias se registran intensas precipitaciones lo que provoca el colapso de las redes de alcantarillado y gracias a este depósito se permite mejorar los problemas de desbordamiento del centro de la ciudad y de la zona sur. Además, reduce los vertidos al mar situado en la desembocadura del barranco de las Ovejas y reducir los daños en las playas.

El agua de los depósitos se bombea a la Depuradora de Rincón de León que se encuentra a 1 Km de distancia para tratar el agua. Esta agua se destina para el abastecimiento, la agricultura, baldeos de calles y en el riego en parques y jardines.

Imagen 49: Tanque anticontaminación de Alicante.



Fuente: Morote, A. F.; Hernández, M, (2016).

En el año 2012, el máximo volumen de almacenado fue de 454.383 m³ y el año 2014 recogió el menor volumen como consecuencia de la sequía.

Imagen 50: Tanque anticontaminación de Alicante.



Fuente: Morote, A. F.; Hernández, M, (2016).

Parque inundable “La Marjal”

En el año 2015 empezó su construcción y tiene una capacidad de 45.000 m³. Es un parque con zonas verdes, paseos, juegos para niños y con dos estanques en su interior (Imagen 51).

El parque almacena temporalmente el volumen de agua de lluvia, reduce el riesgo de inundación y soluciona el anegamiento de la antigua zona marjalenca.

Si la calidad del agua almacenada lo permite, se envía estas aguas a la Depuradora de Monte Orgegia que se encuentra a 4 km de distancia para su depuración y su posterior reutilización.

Imagen 51: Parque inundable “La Marjal”.



Fuente: Morote, A. F.; Hernández, M, (2016).

2012: Plan supra-municipal de reutilización.

Existen tres depuradoras que tienen diferente capacidad de tratamiento, Alicante Norte tiene una capacidad de tratamiento de $5,4 \text{ hm}^3$, Monte Orgegia de $21,9 \text{ hm}^3$ y Rincón de León de $27,3 \text{ hm}^3$. Pero el tratamiento de agua ha descendido como consecuencia del descenso de consumo de agua.

A los usuarios tradicionales de agua reciclada como son el ayuntamiento y el campo de Golf, se incorporan usuarios particulares como son el riego de los jardines en las zonas residenciales. Como consecuencia de esta situación, el precio del agua reutilizada es $1/5$ de la tarifa de agua potable, es decir, el agua reutilizada tiene un precio de $0,32 \text{ €/m}^3$ y el agua potable de $1,69 \text{ €/m}^3$.

8. CONCLUSIONES

Para finalizar expondremos las conclusiones obtenidas en el presente trabajo:

- La humanidad debe satisfacer sus necesidades a través de un desarrollo sostenible desde el punto vista ambiental, económico y social.
- La población busca una buena calidad de vida porque en las zonas urbanas se concentran la mayoría de las actividades económicas y de la población mundial. Ambos factores están relacionados porque la población se suele concentrar donde hay riqueza y viceversa. Las

ciudades ricas consumen muchos recursos, energía y generan la mayor parte de los residuos.

- El actual modelo urbano consume muchos recursos, genera muchos residuos y provoca un fuerte impacto en el medio ambiente. Lo que más afecta de este modelo es el consumo, la energía y la población. En la actualidad predominan tres modelos urbanos. El primero es el de ciudad con alta densidad que predomina en China. El segundo modelo son ciudades de renta baja, con barriadas pobres y que se localizan sobre todo en África, Latinoamérica y Asia. Y el último es el modelo norteamericano de renta alta, con densidades bajas, segregación de usos y un transporte basado en el automóvil.
- La energía utilizada en las zonas urbanas se basa sobre todo en los combustibles fósiles y se utiliza en concreto para el transporte, el agua caliente, la calefacción y la electricidad. Como hemos observado en el presente trabajo los principales problemas se dan en el despilfarro, la distribución y en la producción. Por todo ello, las ciudades tienen que adaptarse a un modelo energético seguro y sostenible que beneficie a la humanidad y al medio ambiente.
- El agua es un bien público y un recurso limitado. Las principales actividades a las que se destina el agua son la agricultura, la industria y los usos urbanos. Por desgracia es un recurso que está siendo amenazado y dañado como consecuencia del desperdicio, el incremento de la demanda y la escasez provocada por factores climáticos. Por eso es necesario cambiar la percepción que se tiene del agua como recurso y establecer un modelo donde se proteja al medio ambiente y que satisfaga las necesidades de la población.
- El actual modelo económico es insostenible porque fomenta el consumo de bienes y servicios a corto plazo y debería parecerse al ciclo de vida de la naturaleza que fomenta un consumo a largo plazo. La naturaleza genera subproductos y nuestra economía genera muchos residuos. La humanidad está explotando los sistemas naturales más deprisa de lo que pueden regenerarse. En definitiva, tenemos un modelo de sostenibilidad en el cual las personas y las instituciones saben lo que tiene que hacer en teoría, pero muy pocos ponen en práctica un tipo de economía verde

como idea social. No obstante, en muchas partes del mundo se están poniendo en práctica iniciativas encaminadas a solucionar o aminorar los problemas de sostenibilidad de las ciudades. En el trabajo se ha prestado atención las que se mencionan seguidamente.

- Para alcanzar la sostenibilidad en los usos del suelo urbano hemos hablado de diferentes acciones correctoras como son la compactación urbana, la mejora de diseño urbano y la mezcla de usos.

En la compactación urbana hemos hablado de la ciudad de Estocolmo que ha conseguido ser una de las ciudades más ecológicas y limpias del mundo. Es una ciudad muy conectada con el agua y con la naturaleza que la rodea. Además, al ser una ciudad compacta los ciudadanos pueden desplazarse en bicicleta, a pie y utilizar el transporte público ya que cuenta con una red de transportes sostenibles.

En la mejora del diseño urbano hemos puesto como ejemplo el barrio de Vauban donde han reutilizado el suelo del antiguo cuartel del ejército francés lo que ha permitido reducir el consumo de tierra y expandir las zonas urbanas. El barrio sigue un diseño basado en la edificación continua, y compacta, estructurada para las calles y los espacios libres, y verdes.

En la mezcla de usos hemos analizado el caso de la ciudad Masdar que es una de las ciudades sostenibles más importantes del mundo gracias a las innovaciones tecnológicas en bioconstrucción y en el uso de energías renovables. Está diseñada para tener cero carbono, cero desechos y cero residuos. Al ser una ciudad compacta e inteligente tiene una amplia mezcla de usos del suelo, lo que permite reducir los desplazamientos, las emisiones y el gasto energético.

- Para lograr la sostenibilidad energética de las ciudades hemos propuesto diferentes medidas como son la movilidad, la edificación sostenible y los sistemas de iluminación.

En el caso de la movilidad hemos hablado de la ciudad de Copenhague que es una de las ciudades con mejor movilidad sostenible a nivel mundial. Cuenta con un sistema de transporte público eficiente donde los ciudadanos pueden acceder a él en un radio de 350 m y cuenta con 388 Km de carriles exclusivos para bicicletas. La mayoría de los ciudadanos

se desplazan en bicicleta porque su modelo basado en este transporte cuenta con una serie de características que les facilita el uso de dicho vehículo.

En la edificación sostenible hemos puesto como ejemplo la torre de Shanghái que es el edificio de gran altura más ecológica y eficiente del mundo. Tiene la certificación de construcción verde “Tres Estrellas” de China y la certificación del sistema de construcción verde LEED oro de EE. UU. El edificio cumple con el principio de sostenibilidad gracias a su diseño, sus materiales y sus respectivos elementos que cumplen con dos o tres funciones a la vez.

En los sistemas de iluminación hemos analizado la ciudad de Valladolid. Dicha ciudad es un referente de las Smart City Lighting, desde el punto de vista humano, medio ambiental y tecnológico. El modelo de iluminación de esta ciudad intenta mejorar el ahorro, la eficiencia y la sostenibilidad energética con la utilización combinada de luces LED e iluminación inteligente.

- En la sostenibilidad urbana de los usos de materiales hemos profundizado en el ciclo de vida del producto, y reducción de usos de materiales y en el tratamiento de los residuos, y la ley de las tres erres.

Para explicar el ciclo de vida del producto y reducción de usos de materiales hemos analizado el ecodiseño. Su objetivo es mejorar la vida de las personas y satisfacer sus necesidades utilizando los recursos naturales de manera sostenible y sin dañar el medio ambiente.

En el tratamiento de los residuos y la ley de las tres erres hemos hablado del caso de la ciudad de Curitiba que se la conoce como la ciudad ecológica o la ciudad sonrisa. A lo largo de décadas han establecido programas como son el cambio de comida o bonos de autobús por basura, integración de zonas verdes, invención y construcción de un sistema de autobús, peatonalización del centro y el programa de reciclaje masivo.

- Para la sostenibilidad de los usos de agua urbana hemos hablado de la reducción de usos de agua, la utilización de agua residual y la utilización de agua pluvial.

En la reducción de usos de agua hemos puesto como ejemplo el caso de la ciudad de Denver. Dicha ciudad tiene un clima semidesértico, como

consecuencia del clima y de los malos hábitos, la ciudad tiene un elevado consumo de agua. Desde el año 2006, la ciudad comenzó una campaña de concienciación ciudadana para reducir el elevado consumo de agua residencial y el consumo de todos los tipos. Las medidas que ha establecido Denver para solucionar el problema son muy diversas.

Para la utilización de agua residual hemos hablado de la ciudad de Wolfsburg. En esta ciudad utilizan el agua residual para obtener energía, para usos agrícolas y para obtener combustibles sustitutivos.

En el caso de la utilización de agua pluvial vamos a analizar el caso de la ciudad de Alicante. Dicha ciudad utiliza las aguas pluviales para aumentar la oferta de agua para usos públicos, reducir la contaminación y reducir el riesgo de inundación. La utilización de este recurso ha permitido la ampliación de parques públicos y zonas verdes, la utilización por parte de los particulares y la sustitución del agua potable para el baldeo de calles.

A lo largo del trabajo hemos podido comprobar que la ciudad sostenible es el futuro de las zonas urbanas, y que depende de las energías renovables, las nuevas tecnologías y de la voluntad ciudadana y gubernamental para alcanzar su desarrollo a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assadourian, E.; Prugh, T. (2013): *¿Es aún posible lograr la sostenibilidad?: La situación del mundo 2013: informe anual del Worldwatch Institute sobre la sostenibilidad*, Icaria, Madrid, Fuhem Ecosocial.

Belda Hériz, I. (2018): *Economía Circular: Un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Tébar Flores, Madrid.

Calthorpe, P. (2016): "Urbanismo y expansión urbana global". Gardner, G.; Prugh, T.; Renner, M, *Ciudades sostenibles: del sueño a la acción: la situación del mundo 2016: informe anual del World watch Institute*, Icaria, Barcelona, pp.143-164.

Camagni, R. (2005): *Economía Urbana*. Antoni Bosch, D.L, Barcelona.

- Castro Bonaño, J. M. (2004): *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano: Una Aplicación para Andalucía*. Instituto de Estadística de Andalucía, D.L, Sevilla.
- De Castro Carranza, C. (2004): *Ecología y Desarrollo Humano Sostenible*. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Duany, A. (2014): “Teoría general de urbanismo ecológico”. Mostafavi, M.; Doherty, G. (ed), *Urbanismo ecológico*, Gustavo Gili, Barcelona, pp.406-411.
- Prugh, T.; Renner, M. (2016): “Ciudades y emisiones de gases de efecto invernadero: la dimensión del reto”. Gardner, G.; Prugh, T.; Renner, M, *Ciudades sostenibles: del sueño a la acción: la situación del mundo 2016: informe anual del World watch Institute*, Icaria, Barcelona, pp.127-142.
- Raworth, K. (2013): “Definir un espacio seguro y justo para la humanidad”. Assadourian, E.; Prugh, T, *¿Es aún posible lograr la sostenibilidad?: La situación del mundo 2013: informe anual del Worldwatch Institute sobre la sostenibilidad*, Icaria, Madrid, Fuhem Ecosocial.
- Raworth, K. (2018): *Economía rosquilla: siete maneras de pensar como un economista del siglo XXI*. Paidós, Barcelona.
- Rey Martínez, F. J.; Velasco Gómez, E.; Rey Hernández, J.M. (2018): *Eficiencia energética de los edificios*. Paraninfo, Madrid.
- Seisdedos, G. (2007): *Cómo gestionar las ciudades del siglo XXI: del City Marketing al Urban Management*. Financial Times-Prentice Hall, D. L, Madrid, pp. 41-85.

REFERENCIAS WEBGRÁFICAS

- Acciona (2018): “¿En qué consiste la economía circular?”. Disponible en <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/> [Consulta: 17/07/2018].

- Acciona (2018): “La Ciudad Sostenible”. Disponible en <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/la-ciudad-sostenible/> [Consulta: 14/09/2018].
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN (2018): “Desarrollo urbano sostenible, reciclaje y el caso de Curitiba”. Disponible en <https://www.bcn.cl/observatorio/americas/noticias/desarrollo-urbano-sostenible-reciclaje-y-el-caso-de-curitiba> [Consulta: 24/09/2018].
- BNamericas (2007): “Curitiba recolecta residuos para reciclaje en 100% de hogares”. Disponible en https://www.bnamericas.com/es/news/aguasyresiduos/Curitiba_recolecta_residuos_para_reciclaje_en_100*_de_hogares [Consulta: 24/09/2018].
- Catedra Municipios Sostenibles (2011): “El barrio de Vauban en Friburgo, Alemania”. Disponible en <http://camuniso.blogspot.com/2011/01/el-barrio-de-vauban-en-friburgo.html> [Consulta: 23/10/2018].
- Ciudades Sostenibles (2012): “Las ciudades compactas”. Disponible en <https://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2012/07/18/las-ciudades-compactas/> [Consulta: 26/10/2018].
- Ciudades Sostenibles (2016): “Ciudades Sostenibles”. Disponible en <https://ciudadesostenibles.es/> [Consulta: 18/06/2018].
- Consumer (2008): “Energía a partir de aguas residuales”. Disponible en http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2008/09/25/180099.php [Consulta: 12/10/2018].
- Corporación de Desarrollo Tecnológico (2014): “Experiencia Internacional: Metodología Australiana: BP LCI Database”. Disponible en www.construccion-sustentable.cl/?p=1745 [Consulta: 12/09/2018].
- Cultiva cultura online magazine (2015): “La importancia del ecodiseño y ejemplos de productos”. Disponible en <https://cultivacultura.jimdo.com/2014/03/23/la-importancia-del-ecodiseño-ejemplos-de-productos/> [Consulta: 17/10/2018].
- Deporte Sostenible. Deporte, naturaleza y sostenibilidad (2017): “Copenhague: ejemplo de movilidad en bicicleta”. Disponible en

<https://deportesostenible.com/2017/08/01/copenhague-ejemplo-de-movilidad-en-bicicleta/> [Consulta: 4/10/2018].

Diario de Sevilla (2014): “La ciudad compacta”. Disponible en https://www.diariodesevilla.es/opinion/articulos/ciudad-compacta_0_770623316.html [Consulta: 26/10/2018].

Diseño de la ciudad (2015): “Valladolid, ciudad española líder en iluminación”. Disponible en <https://www.disenodelaciudad.es/valladolid-ciudad-espanola-iluminacion/> [Consulta: 5/10/2018].

Ecoesmás. Un blog de Arquitectura Sostenible y Calidad de Vida (2006): “¿Ciudad Inteligente y Sostenible? Masdar City”. Disponible en <http://ecoemas.com/ciudad-inteligente-masdar-city/> [Consulta: 31/10/2018].

Ecoesmás. Un Blog de Arquitectura Sostenible y Calidad de Vida (2006): “La Ciudad Verde: Curitiba”. Disponible en <http://ecoemas.com/la-ciudad-verde-curitiba/> [Consulta: 24/09/2018].

Ecoportal.Net (2013): “Estocolmo, ciudad ecológica”. Disponible en https://www.ecoportal.net/temas-especiales/habitat-urbano/estocolmo_ciudad_ecologica/ [27/10/2018].

El Economista. es (2015): “La Torre de Shanghái, el segundo rascacielos más alto del mundo”. Disponible en <http://www.eleconomista.es/evasion/noticias/6753573/05/15/La-Torre-de-Shanghai-el-segundo-rascacielos-mas-alto-del-mundo.html> [Consulta: 22/06/2018].

Fernández Protomastro, G. (2017): “Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos”, Ediciones Isalud. Disponible en <https://mineriaurbana.org/2017/11/20/economia-circular-que-es-y-como-funciona/> [Consulta: 12/09/2018].

Gestiopolis (2017): “Análisis del ciclo de vida de un producto”. Disponible en <https://www.gestiopolis.com/analisis-del-ciclo-vida-producto/> [Consulta: 16/10/2018].

- Global Footprint Network (2014): "Country Trends". Disponible en <http://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=2004> [Consulta: 14/09/2018].
- Heraldo (2017): "Movilidad sostenible y eficiente para todos". Disponible en <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/tercer-milenio/innovacion/2017/05/19/movilidad-sostenible-eficiente-para-todos-1176302-2121030.html> [Consulta: 2/10/2018].
- Iagua (2018): "La genial campaña de ahorro de agua de la ciudad de Denver". Disponible en <https://www.iagua.es/blogs/luis-martin-martinez/genial-campana-ahorro-agua-ciudad-denver> [Consulta: 9/10/2018].
- Interurbana (2017): "Arquitectura de usos mixtos". Disponible en <https://www.interurbana.com.mx/2017/02/20/arquitectura-usos-mixtos/> [Consulta: 30/10/2018].
- ISO 14001 (2015): Disponible en <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf> [Consulta: 6/12/2018].
- La brújula verde (2010): "Gas a partir de heces recicladas". Disponible en <https://www.labrujulaverde.com/2010/10/gas-a-partir-de-heces-recicladas> [Consulta: 12/10/2018].
- Libertad Digital (2015): "Así es la fabulosa Torre de Shanghái, la segunda más alta del mundo". Disponible en <https://www.libertaddigital.com/internacional/mundo/2015-05-30/asi-es-la-fabulosa-torre-de-shanghai-la-segunda-mas-alta-del-mundo-1276549309/> [Consulta: 22/06/2018].
- Me Autoabastezco de comida, agua, energía, recipientes (2012): "Barrio ecosostenible Vauban en Freiburg Alemania". Disponible en <https://meautoabastezco.wordpress.com/2012/09/16/barrio-ecosostenible-vauban-en-freiburg-alemania/> [Consulta: 23/10/2018].
- Mi Puerto Rico Verde.com (2011): "Curitiba: un modelo exitoso de una ciudad integrada". Disponible <http://www.miprv.com/curitiba-un-modelo-de-ciudad-integrada/> [Consulta: 25/09/2018].

- Monzón, A.; Cascajo, R.; Madrigal, E.; López, C. (2006): “Guía práctica para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad Urbana Sostenible”, Idae. Disponible en http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10251_Guia_PMUS_06_2735e0c1.pdf [Consulta: 2/10/2018].
- More than green (2007): “Curitiba ciudad de los sueños”. Disponible en <http://www.morethangreen.es/curitiba-city-of-dreams-curitiba-ciudad-de-los-suenos/> [Consulta: 24/09/2018].
- Moreno, E.; Arimah, B.; Otieno Otieno, R.; Mbeche-Smith, U.; Klen-Amin, A.; Kamiya, M. (2016): “Urbanización y Desarrollo: Futuros Emergentes”, Naciones Unidas. Disponible en <http://nua.unhabitat.org/uploads/Reportedelasciudades2016.pdf> [Consulta: 05/07/2018].
- Morote Seguido, A. F.; Hernández Hernández, M. (2016): “El uso de las aguas regeneradas, pluviales y de tormenta en la ciudad de Alicante”, Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en http://geografia.uab.cat/grats/seminari2016/Morote_Hernandez.pdf [Consulta: 17/09/2018].
- Morote Seguido, A. F.; Hernández Hernández, M. (2017): “El uso de aguas pluviales en la ciudad de Alicante. De viejas ideas a nuevos enfoques”, Universidad de Alicante. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/73014/1/2017_Morote_Hernandez_PapelesGeografia_esp.pdf [Consulta: 17/09/2018].
- Novalume (2017): Disponible en <https://novalu.me/es/> [Consulta: 29/09/2018].
- Novelec. El valor del servicio (2017): “Sostenibilidad en las ciudades: las siete ciudades más sostenibles del mundo”. Disponible en <https://blog.gruponovelec.com/energias-renovables/sostenibilidad-las-ciudades-las-siete-ciudades-mas-sostenibles-del-mundo/> [Consulta: 27/09/2018].
- Novelec. El valor del servicio (2018): “Tendencias en la iluminación de espacios públicos”. Disponible en

<https://blog.gruponovelec.com/iluminacion/tendencias-en-la-iluminacion-de-espacios-publicos/> [Consulta: 29/09/2018].

OCDE (2018a): Disponible en <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=CITIES> [Consulta: 12/12/2018].

OCDE (2018b): “Entendiendo la urbanización y sus consecuencias”. Disponible en <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/Metropolitan-Century-Policy-Highlights-ES.pdf> [Consulta: 11/12/2018].

ONU (2016): Disponible en <https://es.unhabitat.org/lanzamiento-del-informe-mundial-de-las-ciudades-sucede-en-nueva-york/> [Consulta: 12/12/2018].

ONU (2018): Disponible en <http://www.un.org/es/index.html> [Consulta: 1/05/2018].

Organización Mundial de la Salud (2012): “Se cumple la meta sobre agua potable del Objetivo de Desarrollo del Milenio”. Disponible en http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2012/drinking_water_2012_0306/es/ [Consulta: 13/09/2018].

Peñas, V. (2010): “El agua en una ciudad sostenible”, Agencia Vasca del Agua. Disponible en http://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/2011_divulgacion/es_doc/adjuntos/10.pdf [Consulta: 12/07/2018].

Pistonesi, C.; Haure, J. L; D’Elmar, R. (2010): “Energía a partir de las aguas residuales”, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Disponible en http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia_aguas_residuales/energia_aguas_residuales.pdf [Consulta: 12/10/2018].

Plataforma arquitectura (2013): “Shanghái Tower: Rascacielos más alto de China alcanza su altura máxima”. Disponible en <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-284701/shanghai-tower-rascacielos-mas-alto-de-china-alcanza-su-altura-maxima> [Consulta:23/06/2018].

- Siemens. Ingenio para la vida (2012): “Copenhague: Una ciudad sostenible a imitar”. Disponible en <https://ciudadesdelfuturo.es/copenhague-una-ciudad-sostenible-a-imitar.php> [Consulta: 4/10/2018].
- Sinelec. Atención personalizada y material eléctrico (2017): “¿Qué es la iluminación conectada?”. Disponible en <http://gruposinelec.com/que-es-la-iluminacion-conectada/> [Consulta: 30/09/2018].
- TecnoloGuía (2018): “La UE prohibirá los coches de gasolina, diésel e híbridos”. Disponible en <http://tecnologuia.com.mx/la-ue-prohibira-los-coches-de-gasolina-diesel-e-hibridos/> [Consulta: 6/12/2018].
- Universitat Politècnica de Valencia (2012): “Barrio de Vauban. Friburgo”. Disponible en <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/761909normalc.html> [Consulta: 23/10/2018].
- Vida más verde (2012): “Curitiba, un modelo de ciudad verde”. Disponible en <http://vidamasverde.com/2012/curitiba-un-modelo-de-ciudad-verde/> [Consulta: 25/09/2018].
- Zizur. Ciencias de la naturaleza 2º ESO (2012): “La Energía”. Disponible en <http://zizurcnn2.blogspot.com/2012/09/la-energia.html> [Consulta: 12/09/2018].