

# ESTUDIO DEL MODELO DE LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS APLICADO A CIUDADES

Gonzalo Bono Berruezo, Ana Alexandra Pereira Zambrano, Adriano de la Rosa Knabe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alumnado del Instituto Superior de Estudios Profesionales ISEP CEU – San Pablo.

\* Correspondencia: angela\_maria.sanchez@ciclosformativosceu.es

**Resumen:** Este artículo trata sobre promover los suelos permeables para la mejora del aire. Promover e inculcar conciencia y respeto por el medio ambiente, investigar sobre las buenas prácticas para llevarlo a cabo y demostrar que todos tenemos algo que aportar, pasando a la acción. Esos son los tres pilares en los que se basa el proyecto “Suma al Planeta Superficie Permeable Sostenible” (SUMA S.O.S) en el que participan alumnos del Instituto Superior de Estudios Profesionales CEU Comunidad Valenciana (ISEP CEU CV). Con el fin de optimizar estos suelos, hace falta un gran equipo que investigue la importancia de estos, así como los indicadores correctos para una mejora en el aire y la permeabilidad. Según la Agesa 2030, conocer en cuánto tiempo se producirá dicho cambio es fundamental para saber cómo continuar trabajando en el área y, ello, evite las consecuencias negativas del cambio climático, el incremento de la temperatura media global, el incremento del CO<sub>2</sub>, etc. Este artículo cuenta con los testimonios de especialistas en el sector. Gracias a su ayuda y experiencia, se han llevado a cabo los objetivos marcados. Como equipo en este proyecto, se ha investigado más acerca de este modelo de permeabilidad, obteniendo una serie de resultados teóricos, los cuales, contribuyen a impulsar la posterior vertiente práctica.

**Palabras clave:** suelo permeable, desarrollo sostenible, calidad del aire, impacto visual, agua disponible.

---

## 1. Introducción

El suelo permeable es aquel que tiene la propiedad de transmitir agua y aire. Dependiendo de la porosidad del suelo, de las capas y la calidad de cada una, este tendrá mayor capacidad de filtración y de retener en reserva el agua (García Haba, 2011). Así pues, el suelo permeable es sostenible, está vivo y es depurador de aire natural, llegando a ser la casa de muchas especies. Por tanto, genera un impacto ambiental positivo (CONAMA, 2018).

La Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible presenta como objetivos clave, mantener la temperatura global por debajo de los dos grados Celsius, lidiar con los efectos

del cambio climático entre todos los países y restaurar los ecosistemas con voluntad y capacidad. Como consecuencia del constante aumento de las temperaturas y las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se lleva a cabo este proyecto. Y es que, se va a demostrar que, con muy poco, se puede cambiar mucho. La propuesta utiliza el suelo permeable como recurso natural y además estudia cómo convertir el suelo impermeable en permeable, generándose con ello un incremento del espacio verde.

Acorde con Perales-Momparler y Andrés-Doménech (2008), establecen los nuevos



sistemas de tratamiento de aguas residuales, especialmente los sistemas urbanos de drenaje sostenible, como una alternativa a la gestión del agua de lluvia donde se cita que *“cada vez se necesitan colectores más grandes, más largos, y una necesidad de depurar esta agua. La necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales, combina aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales hace que el uso de estos sistemas esté aumentando considerablemente”*. Asimismo, y como objetivo se señala *“minimizar los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y al acalidamiento de la escorrentía, así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación”* (Perales-Momparler y Andrés-Doménech, 2008). Monleón y Gisbert (2011), indican que los suelos urbanos tienen que ser suficientemente permeables para que absorban una alta cantidad de agua. Acorde con ello, *“una buena distribución permitirá una buena porosidad de los suelos, reducir la parte asfaltada e incorporar espacios más blandos, como peatonal, ciclista, etc., donde la vegetación cumple un papel más importante.”*

*Imagen 1.- Simulación de un proyecto de implantación de un suelo permeable en la vía pública.*

*Fuente: fotografía realizada por Adriano de la Rosa.*

## 2. Objetivos

Partiendo de la base de que el suelo permeable es beneficioso para el planeta, este proyecto tiene como premisa dos objetivos; uno con carácter general y otro con carácter específico.

- Objetivo general: crear conciencia sobre la necesidad de la utilización del suelo permeable en espacios urbanos.
- Objetivo específico: comprobar el incremento de oxígeno (O<sub>2</sub>), eliminar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y, mejorar la calidad del aire y de la conservación de especies en el área.

El alumnado participe en este proyecto, tiene la capacidad de contribuir en la mejora del medio ambiente a través de pequeñas contribuciones. Para ello debemos:

- Crear conciencia de las grandes ventajas que ofrecen las superficies para mejorar su permeabilidad
- Generar recursos para concienciar a la población de lo fácil que es contribuir a mejorar nuestro planeta.

## 3. Métodos y datos disponibles

Para el seguimiento de la evolución de los suelos permeables se han acondicionado distintas superficies en entornos urbanos y rurales. También se han fijado indicadores a través de los cuales se mide el impacto de estas superficies. Estos indicadores son los siguientes:

- Almacenamiento de la cantidad de agua por suelo: entendido como la determinación de la capacidad de almacenamiento superficial de agua (Mezkiritz Barberena, 2012), teniendo en cuenta la máxima cantidad de agua retenida de forma instantánea sobre la superficie a una determinada pendiente del terreno. Este agua inmovilizada dispone de más tiempo para poder infiltrarse, viéndose así reducido el riesgo de erosión por escorrentía e incrementado el contenido de agua en el suelo.

Para calcular el almacenamiento de la cantidad de agua se siguen unas estrategias de uso racional del agua en el suelo rural y, según el tipo de suelo, su textura y sus propiedades hídricas, se puede conocer la importancia que tendrá el área de agua retenida.

Acorde con ello se extrapola la siguiente información: En el suelo arenoso, 130 litros por m<sup>3</sup> de agua retenida a capacidad de campo, suponen 100 litros de agua disponible; en el suelo

arcilloso, 400 litros por m<sup>3</sup> de agua retenida a capacidad de campo, son 220 litros de agua disponible y, en el suelo franco, 280 litros por m<sup>3</sup> de agua retenida, implica 190 litros de agua disponible.

*Imagen 2.- Terraza acondicionada por suelos permeables.*

*Fuente: fotografía realizada por Adriano de la Rosa.*

- Liberación de la plantas liberan mediante un encarga de su vez favorece a proceso impacta ambientales de los

En relación a los oxigenación de relacionada con la cantidad de agua suelo permeable. producción y liberar el O<sub>2</sub>. Adecuación del



cantidad de oxígeno (O<sub>2</sub>): las una cantidad de oxígeno proceso fisiológico que se oxigenar el sedimento que a otros seres vivos. Este sobre diferentes servicios humedales.

suelos permeables, la una planta también queda porosidad del suelo, la que se filtra y la calidad del Asimismo, se mide la porosidad de la raíz para Según las Directrices para la Arbolado al Espacio Urbano,

del Ayuntamiento de Sevilla, la proporción aproximada de liberación de oxígeno de las plantas es de -0,2 a 1 mg de O<sub>2</sub> por gramo de raíz/hora. Un árbol puede llegar a generar entre 320 y 360 litros diarios de oxígeno en buenas condiciones y en un suelo permeable (dependiendo del tamaño del árbol).

A una menor intervención sobre las plantas, se incrementa la vida de cada planta, así como el oxígeno que libera, y se optimizan recursos y costes en el mantenimiento y conservación del arbolado. Las mejores condiciones para un espacio arbolable urbano es: la acera tenga mínimo 3 metros de ancho y en nuevos proyectos de 4 metros, entre edificio y arboleda una distancia de 2,5 metros, un volumen de 1 m<sup>3</sup> y una profundidad de 1 metro como mínimo.

- Mejora de la calidad del aire: tal y como se indica desde Ecologistas en Acción (2008), mejorando la calidad del aire como valor cualitativo para la salud humana, se deben tomar en consideración los siguientes contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), partículas en suspensión de diámetro menor a 10 micras (PM10) y las de diámetro menor a 2,5 micras (PM25). Esa nueva superficie servirá para el crecimiento vegetal y desempeñará un papel esencial para el desarrollo sostenible.
- Humedad relativa del aire: según Quest Climate (2021), la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) define la humedad relativa como la relación, en porcentaje, entre la cantidad de humedad atmosférica presente relativa y la cantidad que estaría presente si el aire estuviera saturado. Esta última, depende de la temperatura, por tanto, la humedad relativa es una función tanto del contenido de humedad como de la temperatura. La humedad relativa se deriva de la temperatura y el punto de rocío asociados para la hora indicada.

Una elevada humedad relativa, es una fuente de problemas de salud, desde asma hasta otras complicaciones respiratorias, además de suponer un riesgo (cuando el porcentaje de humedad relativa es alto) para la generación de hongos e infecciones en cultivos. La humedad relativa se regula estableciendo un sistema mecánico de ventilación (o abrir las ventanas) o utilizar un deshumidificador que reduzca los niveles de vapor de agua en el aire. El bicarbonato sódico o la sal pueden ayudar a mejorar una zona afectada por la humedad.

- Indicador de zonas verdes efectivas per cápita (Valencia): Este indicador mide la cantidad de superficie verde por cada habitante. La superficie verde es a su vez permeable (Morales, *et al*, 2018). En palabras de Sergi Campillo, Vicealcalde de Valencia (24 de noviembre de 2020 en [elperiòdic.com](http://elperiòdic.com)), Valencia dispone de 4.962.734 metros cuadrados de zonas verdes distribuidas por toda la ciudad. La población de Valencia (2020) es de 800.215 habitantes. Acorde con estos datos, las zonas verdes efectivas per cápita (ZVPH) = AV/H, siendo AV el área total de las zonas verdes públicas, m<sup>2</sup>, y H, el número de habitantes.

$$ZVPH = 4.962.734 / 800.215 \quad ZVPH = 6,2$$

El indicador refleja una proporción de 6,2 metros cuadrados de superficie verde por cada habitante de Valencia.

- Reducción de la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): acorde con el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (NTP 549), hay diferentes fuentes de emisión y aplicaciones

del dióxido. Por una parte, se disponen las fuentes no naturales en sectores tales como el energético, el transporte y algunas industrias. Por otra parte, se encuentran las fuentes naturales como los incendios forestales y las plantas. Al haber tanta emisión de fuentes no naturales, no existe tiempo suficiente para que se equilibre la situación. La acumulación de este provoca cambios globales tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Así pues, es importante reducir el consumo de automóviles con motor, incrementar el consumo de energía renovable y comprar productor de km 0. Con estas tres acciones se puede contribuir a una emisión mucho inferior.

Entre la totalidad de participantes del proyecto que se ha llevado a cabo, se han recogido un total de 1.246'27 m<sup>2</sup> de superficie, de los cuales, 56'52 m<sup>2</sup> son urbanos y 1.189'75 m<sup>2</sup> son rurales. Tal y como se observa a continuación, los datos se recogen en un cuadro Excel habilitado, que se actualiza con el tiempo y las nuevas incorporaciones, con el fin de tener una visión general de la situación. Por otra parte, se utilizan una serie de indicadores que miden el impacto de las superficies permeables en cuanto a oxígeno liberado a la atmósfera, dióxido de carbono eliminado en la zona de influencia y generación de ecosistemas en los entornos urbanos.

Cuadro 1.- Recuento de superficies Proyecto SUMA S.O.S.

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se ha procedido a realizar un estudio de la situación de los suelos permeables con entrevistas a expertos como el profesor e investigador Ignacio Andrés Doménech (2021), quien afirma que *“la importancia radica en que, con estas tecnologías de drenaje se restituyen los procesos de infiltración en el ciclo hidrológico urbano, procesos que han sido muy mermados con la impermeabilización fruto de la urbanización. De este modo, al restituir este mecanismo hidrológico, se reduce la producción de escorrentía y, por tanto, se descargan los sistemas de colectores. Por otra parte, el filtrado del agua a través del pavimento permeable produce una eliminación de contaminantes que contribuye a mejorar la calidad de estas aguas”*. Aunque el profesor indica que *“los pavimentos permeables son técnicas muy conocidas, sobre todo*

RECUESTO SUPERFICIES SUMA S.O.S							
CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	ORIENTACIÓN	ESTADO INICIAL	DIMENSIONES (m2)	SUPERFICIE (m2)	DESCRIPCIÓN	TEXTURA SUPERFICIAL
URBANO/ RURAL	BLOQUES EDIFICIOS	ESTE	IMPERMEABLE		25,20	Huerto ecológico. Se aporta un espacio rectangular en parcela, formado por una superficie 12 x 2'10m2. Dicha superficie de suelo es de partida permeable tratado a mano, por lo que no existe presencia de plantas en este momento.	FRANCO
URBANO	CIUDAD JARDÍN	ESTE	IMPERMEABLE	0,4X0,6m	0,24	Terraza amplia. Se puede aportar maceta de 40x60cm.	LIMOSO
						dispongo de un balcón pequeño donde había pensado plantar plantas aromáticas.	LIMOSO
URBANO	BLOQUES DE EDIFICIOS	SUR	PERMEABLE	?	?	Maceta sin planta y con tierra ubicada en terraza con orientación sur. Ubicada en un tercer piso.	LIMOSO
URBANO	BLOQUES EDIFICIOS	SUR	IMPERMEABLE	1,80 x 0,60 m2	1,08	Terraza amplia. Se aporta un espacio rectangular en terraza, formado por tres superficies cuadradas de 60x60 cm. Esto supone contar de partida con una superficie de suelo impermeable de 180 x60cm.	LIMOSO
URBANO	CIUDAD JARDÍN	SUR	PERMEABLE	6,00 x 5,00 m2	30,00	Jardín trasero de parcela. Se aporta un espacio rectangular en jardín, formado por una superficie rectangular de 600 x 500 cm. Dicha superficie de suelo es de partida permeable pero sin tratar, por lo que no existe presencia de plantas en este momento.	FRANCO

*los pavimentos continuos (asfalto u hormigón poroso), o los discontinuos de adoquín”*, también hay un pavimento reciente y de última categoría, como es *“el pavimento permeable CERSUDS, desarrollado a partir de material cerámico de bajo valor comercial”*. Por todo ello, hay que identificar los lugares donde estas superficies tienen un mayor impacto y donde se han establecido distintas técnicas para la creación de los mismos.



Así pues, y a modo de recopilación de procedimientos en el Proyecto SUMA S.O.S., se indica a continuación el flujo de trabajo llevado a cabo en la investigación para la implantación de las superficies permeables.

Gráfico 1.. Flujo de trabajo para la implantación de las superficies permeables.



Fuente:  
elaboración  
propia.

#### 4. Resultados

Estos meses se han obtenido resultados de forma más teórica

gracias a los indicadores, donde se han aplicado a la superficie total de suelo permeable del proyecto. Este análisis, por tanto, centra el interés en indicadores tales como el oxígeno (O<sub>2</sub>), generado por el suelo permeable; el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), eliminado a través del suelo; la mejora porcentual de la calidad del aire en área del suelo y, la conservación de especies en el área utilizada.

También se ha diferenciado entre las zonas urbanas y las rústicas, con el fin de llevar a cabo un seguimiento concreto en esas condiciones. En primer lugar, se han estudiado los resultados de forma teórica, elaborando supuestos contrastados con información científica. No obstante, a medida que ha pasado el tiempo y se han apreciado los efectos, se ha visto el carácter práctico de la investigación. Una vez finalizado el proyecto, se ha procedido a realizar las fichas didácticas, con el fin de divulgar la investigación y los objetivos conseguidos.

## 5. Conclusiones

Este proyecto tiene como objetivo conocer el impacto social y medioambiental de la utilización del suelo permeable en nuestra sociedad (Trapote Jaume, 2016). Gracias a los preocupantes antecedentes sobre el medio ambiente y a la importancia que tiene el suelo permeable, se desarrolla el presente estudio. Acorde con ello, se contribuye a mejorar el incremento del oxígeno, la disminución del dióxido de carbono, el aumento de la calidad del aire y la conservación de las especies.

Así pues, el proyecto permite concienciar a la gente sobre la necesidad de trabajar el suelo permeable (e impermeable), por pequeño que sea, y favorecer con ello de manera muy positiva a la sostenibilidad del medio ambiente. El interés de este versa en tres puntos esenciales: *hacer*: para promover e inculcar conciencia y respeto por el medio ambiente (recalcando la importancia del suelo permeable con la mejora de la calidad del aire); *hacerlo bien*: con el fin de investigar sobre las buenas prácticas y, *hacerlo posible*: para demostrar que todos tenemos algo que aportar, pasando a la acción.

Con esta investigación se quiere reflejar que, con muy poco esfuerzo, se puede alcanzar un objetivo muy grande. Cada gota, SUMA.

## Referencias

1. Cerrato-Torres, L.H. (2020). *Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenibles*. Trabajo fin de master. Universidad de Alcalá y Universidad Rey Juan Carlos.
2. Directrices para la Adecuación del Arbolado al Espacio Urbano (2021). Ayuntamiento de Sevilla: <https://www.sevilla.org/servicios/medio-ambiente-parques-jardines/plan-gestion-arbolado-urbano/documentos-complementarios/documentos-complementarios>
3. Ecologistas en Acción (2008). ¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud?: <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
4. García Haba, E. (2011). *Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterráneos*. Trabajo fin de master. Universitat Politècnica de València.
5. Humedad relativa definida por los expertos. Quest Climate (2021): <https://www.questclimate.com/es/%C2%BFQu%C3%A9-es-la-humedad-relativa-y-por-qu%C3%A9-importa%3F/>
6. El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. Nota Técnica de Prevención 594. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
7. Mezquiritz Barberena, I. (2012). *Determinación de la capacidad de almacenamiento superficial de agua en un suelo sometido a diferentes labores agrícolas*. Proyecto final de carrera. Universidad Pública de Navarra.
8. Monleón Balanzá, D. y Gisbert De Elio, J.L. (2011). *Antecedentes y referencias para la planificación territorial del área metropolitana de Valencia*. II Congreso de Urbanismo y Ordenación del Territorio: Un nuevo modelo para una nueva época.
9. Morales-Cerdas, V.; Piedra Castro, L.; Romero Vargas, M. y Bermudez Rojas, T. (2018). *Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica*. Revista Biología Tropical, vol (66) 4. pp. 1421-1435.
10. Noticia El Periòdic: "València tiene cinco millones de metros cuadrados de zonas verdes" (24 de noviembre de 2020): [https://www.elperiodic.com/valencia/valencia-tiene-cinco-millones-metros-cuadrados-zonas-verdes\\_714724](https://www.elperiodic.com/valencia/valencia-tiene-cinco-millones-metros-cuadrados-zonas-verdes_714724)
11. Perales Momparler, S. y Andrés-Doménech, I. (2008). *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de lluvia*. Revista Técnica de Medio Ambiente RETEMA, 124 (enero-febrero). pp. 92-104.
12. RUMBO 20.30. Agua y ciudad. Sistemas urbanos de drenaje sostenible. CONAMA (2018).
13. Trapote Jaume, A. (2016). *Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS): implicaciones hidrológico-hidráulicas y ambientales*. Governança Transnational e Sustentabilidade, 2. pp. 139-160.



