

Tipologías de sistemas

Hay muchas definiciones y apenas estandarizadas. Por simplicidad y claridad los diferentes tratamientos de fitodepuración en uso se dividen aquí: (1) tratamientos de fitodepuración vía hidrofitos emergentes (flujo sub-superficial horizontal o vertical y flujo superficial), (2) tratamientos de fitodepuración vía hidrofitos flotantes, (3) tratamientos de fitodepuración vía hidrofitos sumergidos, (4) sistemas integrados de fitodepuración.

Sistemas de fitodepuración vía hidrofitos emergentes

Con esta tipología de tratamiento, se pueden adoptar sistemas de flujo sub-superficial (horizontal, SFS-h, o vertical, SFS-v) o sistemas de flujo superficial (FWS).

Sistemas SFS-h. Su nombre es debido a la ruta que toma el agua durante el tratamiento: el flujo es introducido al final del tanque, fluye lentamente a lo largo de una ruta casi horizontal, alcanza la salida y abandona el sistema (fig. 1).

Está caracterizado por la continuidad del flujo a través del medio y que por lo tanto deviene constantemente saturado. Estos son mayormente usados para remover sustancias orgánicas, descompuestas aeróbica y anaerobicamente por las bacterias que forman la bio-capa del medio y las raíces de las plantas, y para la denitrificación y nitrificación parcial y la remoción del fósforo. Los sólidos suspendidos son efectivamente removidos por filtrado en los primeros pocos metros del sistema.

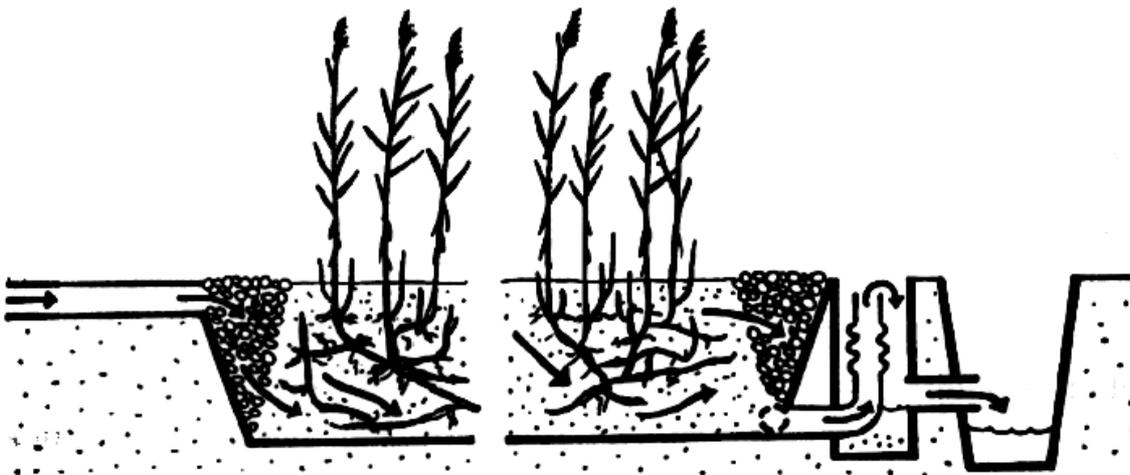


Fig 1. Diagrama de un sistema de flujo sub-superficial horizontal.

Sistemas SFS-v. Esta tipología prevee los desechos introducidos en el sistema a través de una serie de canales colocados uniformemente en la superficie del sistema y que se dejan colar a través del medio. Las plantas usadas y la naturaleza del medio son las mismas que las usadas en sistemas SFS-h —es la disposición

del sistema la que cambia. Tierra inerte es utilizada en estos sistemas, posicionados en capas con tamaños incrementados de de partículas de esta manera los desechos y a percolación a través del medio, alcanzan capas de grava que se incrementan constantemente (fig. 2) El flujo, que toma lugar a periódicas percolaciones a través del medio, está en este estado discontinuo (como filtros de tierra intermitentes). El medio por lo tanto va tiene condiciones alternantes de saturación y exposición a la atmósfera que favorece la aireación. Este método es especialmente usado para incrementar la nitrificación de sistemas de flujo horizontal.

En sistemas de flujo superficial, la purificación de desechos líquidos es favorecida por la presencia de hojas, tallos y remansos que son muy útiles para la adhesión bacterial. Como el oxígeno es transmitido por las hojas a las raíces, no está disponible para las bacterias que operan directamente en los desechos líquidos, así la fuente de oxígeno más grande es la re-aireación en la superficie.

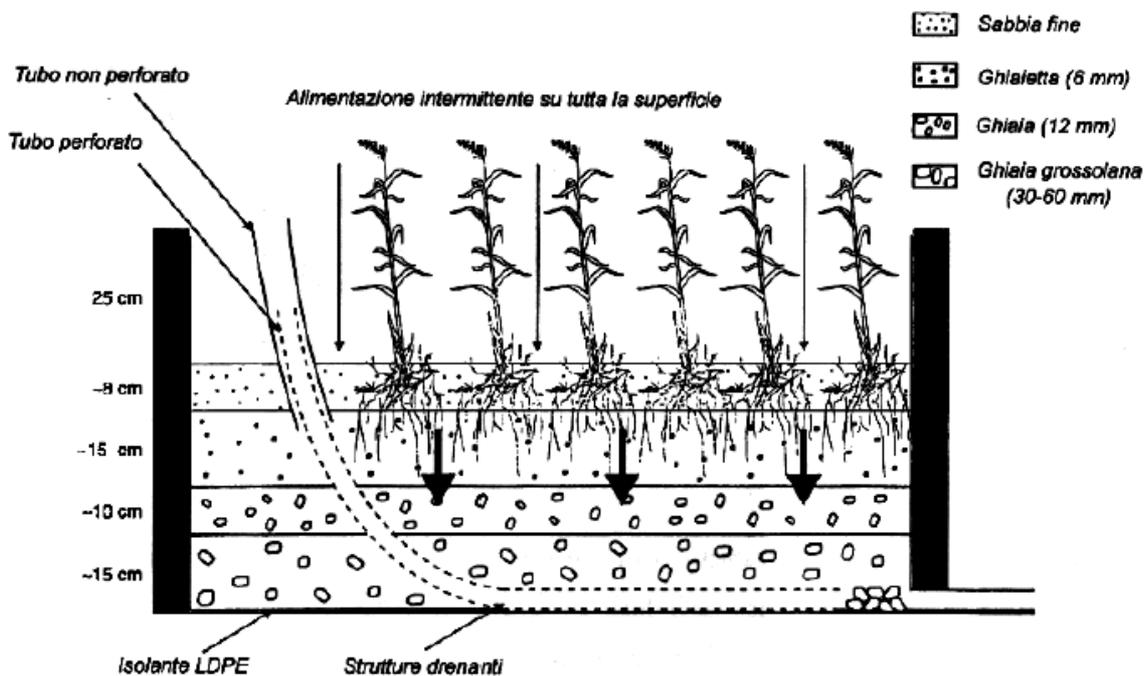


Fig. 2. Diagrama de sistema de flujo sub-superficial

(Tubo sin perforar, tubo perforado, abastecimiento intermitente sobre la entera superficie, arena fina, grava fina (6mm), grava (12mm), grava grande (30-60mm), aislamiento LDPE, estructuras de drenaje.)

Sistemas FWS. Son tanques o canales que son generalmente impermeables donde la superficie de agua está expuesta a la atmósfera. El suelo constantemente sumergido da soporte a las raíces de la planta. En

estos sistemas el flujo horizontal y la cabeza (hidráulica) está generalmente limitada a unas cuantas docenas de centímetros. El uso de estos sistemas está limitado al tratamiento terciario y a revitalizar desechos tratados con una oxigenación natural.

Los sistemas de flujo sub-superficial (fig. 3) son generalmente más pequeños que los sistemas de flujo superficial, ya que la superficie disponible para la actividad bacteriana es mayor – también tienen menores problemas de olores e insectos y mayor eficiencia a bajas temperaturas. Sin embargo los sistemas de flujo superficial, cuestan menos y son más confiables hidráulicamente.

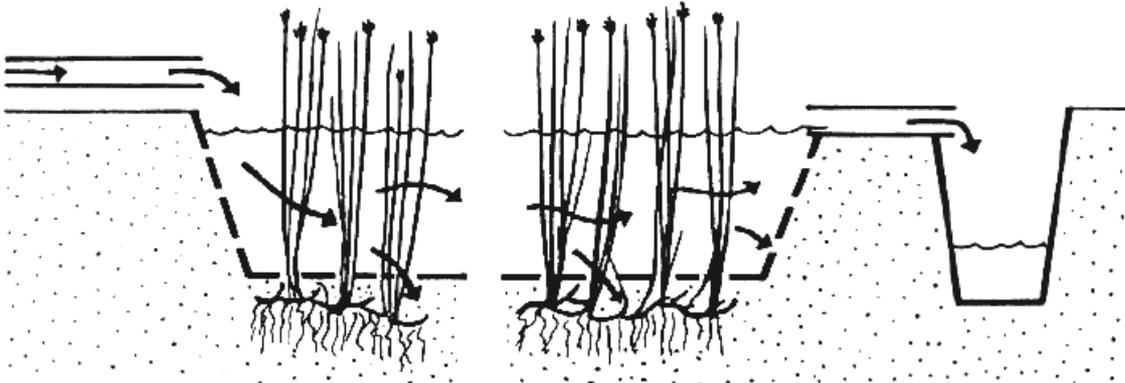


Fig. 3. Diagrama de un sistema de flujo superficial y un macrofito con raíces emergentes.

Sistemas de fitodepuración vía hidrofitos flotantes

Los tratamientos de fitodepuración vía hidrofitos flotantes (fig. 4) pueden ser llevados a cabo en hábitats artificiales normalmente hechos de bañeras impermeables, naturales o artificiales, y sin sustratos adecuados para el crecimiento de hidrofitos. El desecho ha ser tratado es mantenido en una cabeza (hidráulica) de un par de 10 cm y unos cuantos centímetros (de acuerdo a las diferentes tipologías de plantas y tipos de tratamientos requeridos).

Estos sistemas apuntan a la remoción de sustancias orgánicas y nutrientes, y a refinar efluentes secundarios.

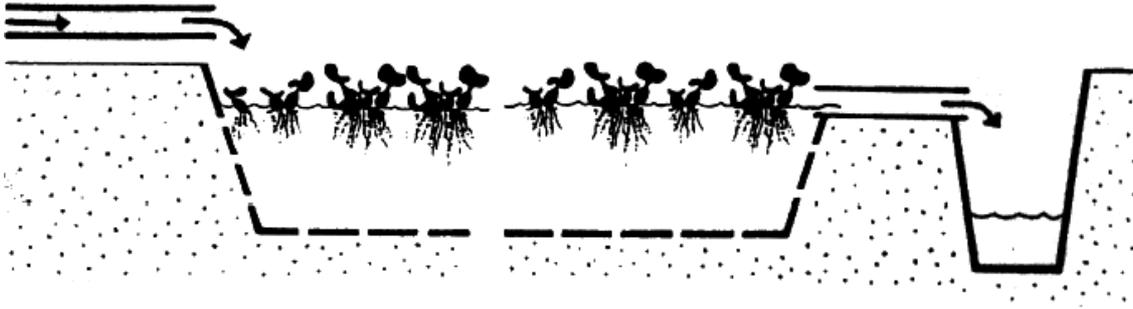


Fig. 4. Diagrama de un sistema de flujo superficial y macrofitos flotantes (*Eichhornia crassipes*).

La capacidad depurativa de los sistemas que usan hidrofitos con sistemas de raíces (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*) es debido al oxígeno que es transportado de las hojas a las raíces, de la acción adsorbente de las raíces hacia los sólidos coloidales suspendidos, del poder depurativo de la bio-masa aeróbica en las raíces y de la directa asimilación de nutrientes de la planta.

A pesar de que no proveen el drenaje de tratamiento biológico de la biomasa, los sistemas que usan hidrofitos con sistemas pobres de raíces (*Lemna sp.*, *Wolffia sp.*, *Azolla sp.*, *Salvinia sp.*), se prestan bien a refinar efluentes en estanques, biológicamente ricos en micro-algas y remoción de nutrientes. Los hidrofitos presentes de hecho, aún cuando algunos son pequeños, pueden cubrir densamente la superficie del agua hasta impedir la penetración de los rayos solares: esta condición causa la muerte de las algas y su consecuente degradación anaeróbica.

Las principales aplicaciones usan hyacintas y lentilas de agua. La hyacinta es una de las más productivas plantas que existen y su papel en estos sistemas es fundamental. Participa directamente en el proceso depurativo, absorbiendo vastas cantidades de nutrientes y creando un microclima adecuado en la bañera para los procesos depurativos más importantes.

El uso de estos sistemas está estrictamente limitado debido a sus costos de manejo debidos a la frecuente recolección de la biomasa vegetal y por su demanda ecológica que es característica de los climas tropicales y por lo tanto tienen poca resistencia a temperaturas inferiores a los 10 °C. Otros problemas típicos son malos olores y la proliferación de larvas de insectos.

La lentila de agua tiene un hábitat más amplio y además soporta temperaturas más bajas. Sin embargo no alcanza los resultados depurativos de las hyacintas, no provee un área apropiada para el crecimiento de micro-organismos. El uso de estos sistemas esta, de hecho, limitado a un tratamiento terciario de los desechos.

Sistemas de fitodepuración vía hidrofitos sumergidos

Los tratamientos de fitodepuración vía hidrofitos sumergidos (fig. 5) son realizados en hábitats artificiales similares a los tratamientos de fitodepuración que usan hidrofitos emergentes de flujo superficial. Estos sistemas no son bien conocidos, pero apuntan a remover nutrientes y refinar efluentes secundarios. Los hidrofitos sumergidos, de hecho, solo viven en aguas bien oxigenadas con cargas orgánicas limitadas.

Los más reconocidos mecanismos de depuración son completamente degradadores aeróbicos de sustancias orgánicas, volatizan el amoníaco y la precipitación química del fósforo, debido a las favorables condiciones de pH que suceden a la actividad fotosintética, con producción de oxígeno y reducción del carbón orgánico disuelto.

Posibles problemas concernientes al crecimiento de algas que pueden prevenir la penetración de la luz hasta las partes fotosintéticas del hidrofito.

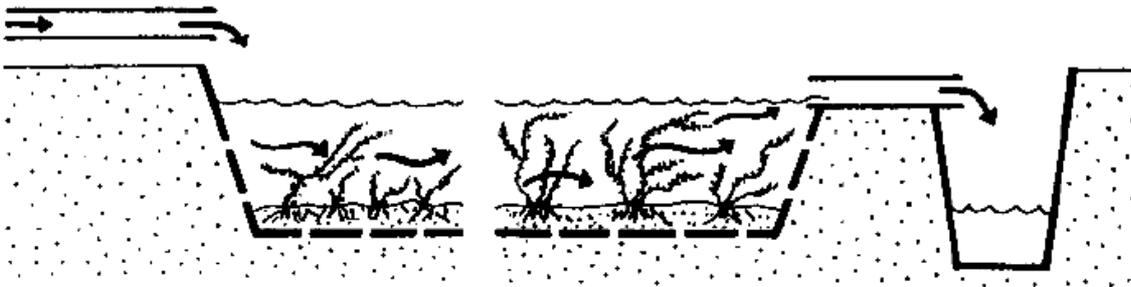


Fig. 5. Diagrama de un sistema de flujo superficial y macrofitos sumergidos.

Sistemas de fitodepuración integrados

Para optimizar el desempeño de cada fase depurativa y limitar la obstrucción, se pueden utilizar sistemas de fitodepuración integrados. Son tratamientos con configuraciones simples multi-etapas, donde se siguen con una bañera de refinamiento de fitodepuración (con macrofitos flotantes o emergentes) seguidos con un efluente primario de una sedimentación primaria o un tanque Imhoff.

Estos sistemas (que pueden comprometer muchas bañeras ya sea en forma serial o una al lado de la otra) tienden a semejar ambientes naturales, ya que son generalmente multi-especies.

La elección de especies y tratamientos sencillos debe ser hecha en base a esas características que son progresivamente adquiridas por los desechos líquidos, y que yendo de tanque a tanque devienen menos y menos contaminados.