

SANEAMIENTO PARA ESCUELAS RURALES AISLADAS

Técnicas apropiadas para el tratamiento y la disposición segura de efluentes líquidos en escuelas rurales aisladas mediante generación de biomasa útil.

Autora: Verónica Ulfe Raimondo (veroulfe@farq.edu.uy)

Tutor: MSc. Arq. Eduardo Brenes Wittenberger

Facultad de Arquitectura, Universidad de la República (Br. Artigas 1031 - Montevideo - Uruguay)

1 - Elección de las tipologías de escuelas rurales a estudiar

El 86% del abastecimiento de agua en el medio rural de Uruguay se realiza mediante perforaciones. Un 84% de las perforaciones son analizadas periódicamente.



Una de las causas más importantes de contaminación de aguas subterráneas en el ámbito rural es la **infiltración** de aguas cloacales.

28.000 personas consumen agua de **calidad inaceptable** proveniente de pozos donde el agua no es analizada periódicamente.



El **tratamiento** de los efluentes líquidos es entonces en el medio rural y en las escuelas rurales en particular, una forma de preservar las fuentes de abastecimiento de agua potable.



1.140 escuelas rurales a las que asisten 20.000 alumnos.

240 escuelas tienen **dificultades** en acceso al agua potable.

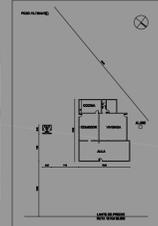
Cantidad de alumnos

- Menos de 10 alumnos
- Entre 10 y 29 alumnos

Más de 29 alumnos (son la **minoría** y las más favorecidas en cuanto a su **infraestructura** al estar ubicadas en localidades con mayor cantidad de habitantes).

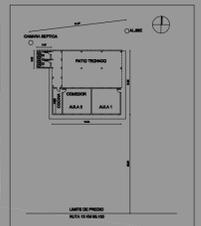
Tipología A

Escuelas rurales con dificultades para acceder al agua potable que atienden a menos de 10 alumnos (1 maestro, 1 auxiliar de servicio, 1 aula).



Tipología B

Escuelas rurales con dificultades para acceder al agua potable que atienden entre 10 y 29 alumnos (2 maestros, 1 auxiliar de servicio, 2 aulas).



2 - Estudio de la solución actual al tratamiento y disposición de los efluentes líquidos y análisis de las oportunidades

Análisis de casos típicos

Se realizaron **visitas** a distintos establecimientos de las tipologías elegidas para:

- recabar información directa sobre los **sistemas** de tratamiento y disposición de efluentes

- recolectar datos respecto a las **necesidades específicas**

- tomar **muestras** de agua

DEPARTAMENTO	
Número de la escuela	
Nombre de la escuela	
Categoría	Rural común / Internado rural / Contexto Sociocultural Crítico
Turno	Rural (de 10 a 19 hs)
Dirección	
Paraje	
Número de habitantes	
Teléfono	
Director/a	Teléfono:
Correo electrónico	
DATOS EDIFICIOS	
Tenencia del Inmueble	Propio / Alquilado / Cedido
Edad de las construcciones (año)	
Destino original de las construcciones	
Estado de conservación	Muy malo / Malo / Aceptable / Bueno / Muy bueno
Área del predio (m²)	
Área construida (m²)	
Número de aulas	
Cantidad de servicios higiénicos	
Ubicación de servicios higiénicos	
Área de vivienda (m²)	
Otros locales	
Acondicionamientos	Térmico Acústico Instalaciones
ACONDICIONAMIENTO SANITARIO	
Abastecimiento	Sistema Evaluación
Desagües	Sistema Evaluación
DATOS DE LOS USUARIOS	
Número de alumnos	
Número de docentes	
Otros usuarios	
Observaciones	



Pozo con bomba



Cámara séptica sin tapa



Vista aérea escuela tipología B

Análisis de alternativas

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO
0 - Depósito impermeable o permeable	No requiere obras de ningún tipo.	Costo económico. Costo ambiental.	entrada de aguas residuales → cámara séptica → pozo filtrante → infiltración a napas freáticas
1 - Lodos activados o de estabilización química	Grandes caudales. Alta eficiencia para sólidos en suspensión, ODS, coliformes fecales y filiformes. Requiere poco espacio.	Requiere regularidad de caudales. Requiere concentración en desechos. Costos de inversión, operación y mantenimiento elevados. Consumo de energía eléctrica. Personal calificado.	entrada de aguas residuales → etapa de selección → cámara de sedimentación → etapa de flotación → etapa de floculación → etapa de clarificación → etapa de filtración → etapa de desarenado → etapa de desinfección → etapa de almacenamiento → etapa de distribución
2 - Filtro percolador o biológico	Grandes caudales. Requiere poco espacio. Modulación.	Difícil desagravación. Requiere regularidad de caudales. Requiere concentración en desechos. Suelos arenosos bien drenados, profundos y sin acuíferos. Profundidad mínima de acuífero: 5m. Almacenamiento en período frío. Costos de inversión, operación y mantenimiento elevados. Personal calificado.	tempo de retención → cámara de selección → cámara de sedimentación → cámara de flotación → cámara de floculación → cámara de clarificación → cámara de filtración → cámara de desarenado → cámara de desinfección → cámara de almacenamiento → cámara de distribución
3 - Humedal construido	Costo de construcción operación y mantenimiento. Requiere pocos recursos. Personal no calificado. Alta eficiencia. Fuentes de energía renovables. Bajo impacto ambiental. Diversión de subproductos.	Grandes superficies de humedales. Largo tiempo de retención de agua. Limitados climáticos y biogeográficos.	cámara de selección → cámara de sedimentación → cámara de flotación → cámara de floculación → cámara de clarificación → cámara de filtración → cámara de desarenado → cámara de desinfección → cámara de almacenamiento → cámara de distribución

3 - Desarrollo de proyectos prototípicos para el tratamiento y disposición de los efluentes líquidos

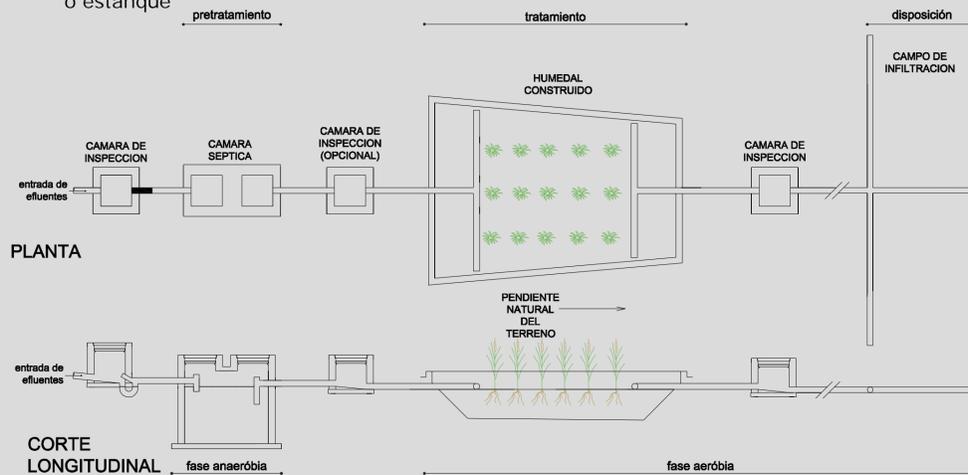
Plantas hidrófilas emergentes para la depuración de efluentes líquidos



Sistema de Flujo Sub-superficial

El sistema se sintetiza en las siguientes **etapas** con sus correspondientes **elementos** característicos:

- 1 - INICIO:** Cámara de inspección inicial
- 2 - PRE-TRATAMIENTO:** Cámara séptica (tratamiento primario)
- 3 - TRATAMIENTO:** Humedal construido (tratamiento secundario)
- 4 - POSTTRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL:** Campo de infiltración, batea de posttratamiento o estanque



NOMBRE POPULAR	NOMBRE CIENTÍFICO	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS
Totora	Thypha angustifolia	Autóctona	Se encuentra en zonas con inundación temporaria. Gran capacidad depuradora. Buen rendimiento en invierno. Se secan las hojas pero sus raíces siguen vivas.
Caña - Carrizo - Cola de zorro	Phragmites	Autóctona	Gran capacidad depuradora. Muy buen rendimiento en invierno.
Papiro	Cyperus papyrus	Mar Mediterráneo	Arbusto. Flores agrupadas en inflorescencias, con numerosas brácteas de hasta 30cm de largo.
Lirio	Iris pseudacorus	Cuenca del Mediterráneo	Herbácea perenne de rápido crecimiento. Altura: hasta 1,2m. El tallo es un rizoma subterráneo de crecimiento horizontal que da lugar a rizomas susceptibles de independizarse. Flores grandes y amarillas de 8-10cm de diámetro, en ramilletes terminales y laterales. Fácil conservación. El mejor emplazamiento es a pleno sol.
Junco	Scirpus giganteus	Autóctona	Gran capacidad depuradora. Muy buen rendimiento en invierno. Resistente a temperaturas extremas.
Achira	Canna sp.	Híbrido	Herbácea perenne. Florece de diciembre a mayo. Altura de 1,5m. Requiere sol/pleno sol.
Cartucho - Cala	Zantedeschia	Regiones tropicales	Herbácea perenne. De interés ornamental.
Agapanto	Agapanthus	Sudáfrica	Herbácea perenne. De interés ornamental. Crece en regiones con inviernos fríos ya que soporta heladas. Flores azules o blancas sobre una vara de hasta un metro de alto a finales de la primavera. Requiere pleno sol.
Azucona	Lilium candidum	Europa austral y Siria	Herbácea perenne. De interés ornamental. Flores de octubre a diciembre. Altura de 1m. Requiere pleno sol.
Mate-porongo	Lagenaria siceraria	Asia y África	Herbácea trepadora. El fruto es comestible y se utiliza seco como recipiente. Los tallos alcanzan los 5m. Requiere pleno sol, temperaturas templadas a cálidas y resguardo del viento. Resiste mal la sequía y las heladas.
Espanja vegetal	Luffa	África e India	Trepadora. Sus tallos pueden alcanzar más de 15m de longitud. Flores amarillas. El fruto de forma cilíndrica o claviforme puede llegar a medir hasta 40cm de largo y se cosecha en verano y otoño. Requiere pleno sol. Requiere temperaturas elevadas pero se adapta a climas templados. Sensible al frío.