



**Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Especialización en Ingeniería  
Ambiental**

**Título: generación de espacios educativos con diseño  
sustentable y eficiencia energética.**

Autor: Romina Piter

Seminario de Especialización  
Docente: Raffo Fernando

Concepción del Uruguay  
Entre Ríos, Argentina

<b>1-INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>2-DIAGNOSTICO</b>	<b>5</b>
<b>3-PROBLEMA</b>	<b>8</b>
3.1-Objetivo General	11
3.2-Objetivos Particulares	11
<b>4-ANTECEDENTES</b>	<b>12</b>
<b>5-ALTERNATIVAS</b>	<b>18</b>
5.1 Tratamientos de Efluentes	19
5.1.1 Humedales	19
5.1.2 Biodigestores	23
5.1.2.1 Cámaras de Infiltración	26
5.1.2.2 Lecho Nitrificante o Campo de Infiltración	28
5.1.2.3 Pozo de Infiltración	29
5.1.3 Plantas de Tratamientos Compactas y Modulares	30
5.1.4 Matriz ponderativa entre sistemas de tratamientos de efluentes	31
5.2 Provisión de Agua Potable	32
5.2.1 Cloro o Hipoclorito de Sodio	32
5.2.2 Ozono	33
5.2.3 Filtros	35
5.2.4 Luz Ultravioleta	35
5.2.5 Matriz ponderativa de sistema de potabilización para agua de pozo	36
5.3 Provisión de Energía Eléctrica	36
5.3.1 Energía Solar Fotovoltaica	38
5.3.2 Energía Eólica	40
5.3.3 Energía de la Biomasa	42
5.3.4 Matriz ponderativa de sistema de provisión de energía eléctrica	44
<b>6- DESARROLLO</b>	<b>45</b>
6.1 Falta de conexión a la red de agua	46
6.2 Falta de conexión a la Red Cloacal – Tratamiento de los efluentes	46
6.3 Deficiente provisión del servicio de energía eléctrica en escuelas	56
<b>7- Estimación económica</b>	<b>62</b>
<b>8- CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>9- BIBLIOGRAFIA</b>	<b>66</b>

# INTRODUCCION

Mi nombre es Romina Paola Piter, soy Arquitecta egresada de la Universidad de Concepción del Uruguay, Facultad de Arquitectura y Urbanismo en el año 2002.

A partir del año 2005 comencé a trabajar en diferentes equipos de consultoría ambiental, realizando distintas Evaluaciones y Auditorias de Impacto en localidades de nuestra Provincia para diverso tipo de establecimientos, muchas de las cuales han sido realizadas a requerimiento de la Secretaria de Ambiente Sustentable de Entre Ríos, como así también en la Secretaria (ahora Dirección) de Ambiente Sustentable de la Municipalidad de Concepción del Uruguay.

Al cursar mis estudios universitarios nunca imaginé que la actividad profesional me llevaría por la senda de la gestión ambiental, pero al realizar las primeras evaluaciones me sentí muy cómoda y gratificada, razón por la cual continúo en la actualidad avocada a ello, y por ende sentí la obligación de perfeccionarme y seguir avanzando sobre estos conocimientos.

Dentro de las actividades profesionales que desarrollo me encuentro en el área técnica de la Subsecretaria de Arquitectura y Construcciones de la Provincia de Entre Ríos desde el año 2007, cuya función es el diseño, construcción y mantenimiento de edificios escolares.

Como punto fundamental del presente trabajo pretendo abordar una problemática común en la zona como es la necesidad de implementar alternativas sustentables en el diseño de los nuevos edificios escolares, como así también la introducción de metodologías amigables con el ambiente en la intervención de los edificios ya existentes.

# DIAGNOSTICO

Entre Ríos es una de las veintitrés provincias que componen la República Argentina.

Se la denomina, frecuentemente, como una provincia de carácter "insular", por estar rodeada por ríos y arroyos. La red de agua superficial y profunda, a través de acuíferos y apta para el consumo inmediato, es hasta 12 veces mayor que en cualquier otra provincia argentina.

Presenta dos variedades climáticas: una subtropical sin estación seca, al norte, con inviernos suaves y veranos con temperaturas promedio superiores a los 26°C. Las precipitaciones superan los 1.000 mm. anuales y predominan los vientos norte, este y noreste.

Otra cálida, hacia el sur, con inviernos de temperatura media entre los 7° C y 10° C., y en verano, oscila entre los 19°C y 23°C. En esta zona se encuentran presentes vientos del sur, sureste, noreste y pampero. Las precipitaciones, en promedio, son inferiores a los 1.000 mm anuales

- Superficie total 78.781 km<sup>2</sup> (decimoséptima provincia más extensa del país, ocupando el 2,83 % de la superficie total del mismo.)
- Población total: 1.235.994 (Hombres: 604.566 – Mujeres: 631.428)
- Densidad de Población: 15,7 hab./km<sup>2</sup>.
- División Territorial: 17 departamentos - 78 Municipios y 169 comunas

#### Población educativa

- Nivel Inicial: 43.949
- Nivel Primario: 155.439
- Nivel secundario: 73.269

#### Unidades educativas:

- Inicial: 1.179
- Primaria: 1.304
- Secundaria básica: 527
- Secundaria orientada: 444

Debido al crecimiento de la población, lo que conlleva al crecimiento de la matrícula escolar, se ha presentado la necesidad de ampliar o construir nuevos edificios escolares. Los mismos siguen pautas de diseños que datan de décadas anteriores o bien son prototipos que se van repitiendo en distintas localidades. De esto surge que al no ser analizado el lugar de emplazamiento de dichos edificios, y al no contar con espacios acordes suficientes, los mismos a veces no cuentan con servicios de agua corriente, con conexión a la red de cloaca, ni con servicios de gas natural. Ante esta problemática se ejecutan pozos de agua, pozos absorbentes, y servicios de gas envasado para calefacción y para la cocina, que luego resulta insuficiente o imposible de mantener económicamente con el bajo presupuesto que cuentan las escuelas y las comisiones de padres.

En la actualidad, por la información que pude recabar de instituciones públicas provinciales, más allá de la carga horaria normal de prácticas ambientales, se está llevando a cabo un "PROGRAMA RED DE ESCUELAS SUSTENTABLES" que consta de un grupo de promotores ambientales de la unidad de desarrollo ambiental y

administración del parque Abasto (UDAAPA) de la Municipalidad de Concordia, realizan todas las semanas jornadas de capacitación en las escuelas locales.

Esta “capacitación” consiste en brindarles a los alumnos una charla sobre la gestión de residuos sólidos urbanos, reutilización y reciclaje de residuos y de buenas prácticas ambientales en nuestros hogares.

Por otro lado, se los integra a la “Red de Escuelas” que separan sus residuos entregándoles un Bolsón de 1m<sup>3</sup> de capacidad donde pueden disponer los residuos reciclables, reduciendo así el volumen de residuos enviados a disposición final.

Se hacen también visitas a la planta de reciclado de la zona sur donde los alumnos pueden observar todo el proceso de reciclaje hasta su compactación y enfardado para su venta y recuperación final.

Según datos del Municipio de Concordia, “en la actualidad más de 40 Escuelas de la que pertenecen a la Red de Escuelas sustentables”.

# PROBLEMA



En los últimos años, la provincia y la nación han realizado un enorme esfuerzo de inversión con recursos propios y nacionales, para la construcción, ampliación, restauración y adecuación de edificios escolares. Se ha logrado implementar también la escuela NINA de jornada completa, lo que demanda la creación de nuevos espacios para los talleres que contempla dicha modalidad educativa.

El conflicto se plantea en que estas intervenciones se han hecho siguiendo pautas de diseño que ya han quedado obsoletas, también se han utilizado prototipos de edificios que son adaptados al terreno pero que nada tienen que ver con el entorno y con las necesidades del lugar donde son emplazados.

En la actualidad hay 21 edificios nuevos o a finalizar, 50 edificios en remodelación o refacción y 277 escuelas que necesitan algún tipo de intervención o reparación para funcionar en condiciones. Hay 303 escuelas en total que necesitan algún tipo de intervención, pero las mismas se hacen sin ninguna planificación sustentable.

Ante esta problemática, debemos plantear nuevos ejes a seguir en cuanto a la construcción y mantenimientos de edificios públicos, sobre todo edificios escolares, buscando la optimización de la inversión en infraestructura educativa dando inicio a un proceso de búsqueda de nuevas RESPUESTAS ARQUITECTONICAS QUE FACILITEN UN proceso educativo de calidad. Los actuales requerimientos exigen construcciones educativas en base a un proyecto arquitectónico específico donde está latente la necesidad de insertar a los alumnos en la problemática del cuidado del ambiente, y se ve en la actualidad, con pocas excepciones, que los sistemas escolares aún tienen que modificar la forma en la que operan para reflejar las tendencias y las tecnologías actuales.

Una escuela sustentable debe responder a un amplio rango de factores: eficiencia energética, confort y habitabilidad, accesibilidad e inclusión. La crisis energética que se vive y el escenario de cambio climático global, hacen que hoy cobren especial relevancia todas aquellas medidas asociadas a la eficiencia energética y a la reducción de las emisiones causantes del efecto invernadero. El ámbito de la arquitectura y la construcción es uno de los sectores en los cuales es posible intervenir y generar importantes cambios y mejoras, asociadas entre otros aspectos a la eficiencia energética de las edificaciones, a la optimización en el uso de los materiales y a la reducción de los costos de mantenimiento. En el caso específico de las edificaciones escolares, la aplicación de criterios de sustentabilidad responde no sólo a razones económicas y ambientales, sino que también a motivos educativos.

Es relevante el rol pedagógico que puede tener un edificio escolar sustentable en sus alumnos y en su comunidad. La escuela, al tener como sujeto al principal agente de erosión y contaminación en el planeta, el ser humano, puede jugar un papel vital en la generación de conciencia ambiental en las nuevas generaciones. Lo anterior ha sido ratificado por la ONU, que mediante su resolución 57/254 ha declarado el periodo 2005-2014 como el “Decenio de las Naciones Unidas para la Educación con miras al Desarrollo Sostenible”. La aplicación de principios de sustentabilidad trae aparejados además otro tipo de beneficios, como la mejora en las condiciones de confort al interior de los espacios educativos. La arquitectura sustentable, en la búsqueda de edificios y espacios eficientes, adecuados a su contexto social y natural, tiene dentro de sus prioridades el estudio de las condiciones de confort para el ser humano. Es así como las escuelas muestran un amplio campo de acción,

específicamente en el estudio de las condiciones de iluminación, ventilación, y de confort térmico y acústico, ideales para el proceso educativo.

Por otro lado, la eficiencia energética y de recursos que puede generar la aplicación de criterios sustentables en un edificio escolar, permitiría reducir sus costos de operación y redestinar recursos a la educación.

Los establecimientos educacionales debieran constituirse en referentes a este respecto, dada la importante herramienta pedagógica que pueden significar para las nuevas generaciones.

Arquitectura de calidad: Los desafíos del diseño sustentable deben estar asociados a elevados estándares de calidad en el diseño de arquitectura, con propuestas innovadoras, estimulantes y de impacto en su entorno.

El ejemplo de la edificación pública: La inversión pública en infraestructura, tanto del subsector educación como de otras áreas, debiera marcar pautas respecto de diseño sustentable y eficiencia energética.

Eficiencia en el uso de los recursos: Es necesario replantear la visión respecto de que las condiciones económicas de nuestro país nos impedirían invertir en edificios sustentables, dado su mayor estándar y costo (aunque este último factor es relativo). La escasez de recursos nos obliga a ser más eficientes. Por lo tanto, una mayor inversión inicial no debe malentenderse como un lujo prohibitivo para nuestra realidad, sino que debe ser evaluada dentro de un análisis más global, que considere los costos de mantenimiento y el uso de energía y de recursos que el edificio demandará durante toda su operación. Esta evaluación del “ciclo de vida” del edificio pone en evidencia que invertir en edificios ineficientes a la larga termina siendo muchísimo más costoso que concebir edificios sustentables y eficientes desde un inicio.

Según el estudio que realiza año a año la ONG @The Global Footprint Network, el pasado 2 de agosto fue el “Día de la Sobrecapacidad de la Tierra”, el día que marca cuándo el ser humano consume todos los recursos que la naturaleza puede generar en cada año. En 2016, esa fecha fue el 8 de agosto, pero este año batimos un nuevo récord de consumo y terminamos con todo lo que la naturaleza tenía para darnos para el 2 de agosto pasado.

Según la ONG “Una Escuela Sustentable” el consumo desmedido de recursos lleva al ser humano y al planeta todo a una situación insostenible, que compromete seriamente el desarrollo y hace peligrar no sólo el futuro sino el presente de millones de personas alrededor del planeta.

### Objetivo General

- Incentivar la generación de espacios educativos con diseño sustentable y eficiencia energética, para mejorar el confort ambiental que permita mejorar la calidad del proceso educativo.

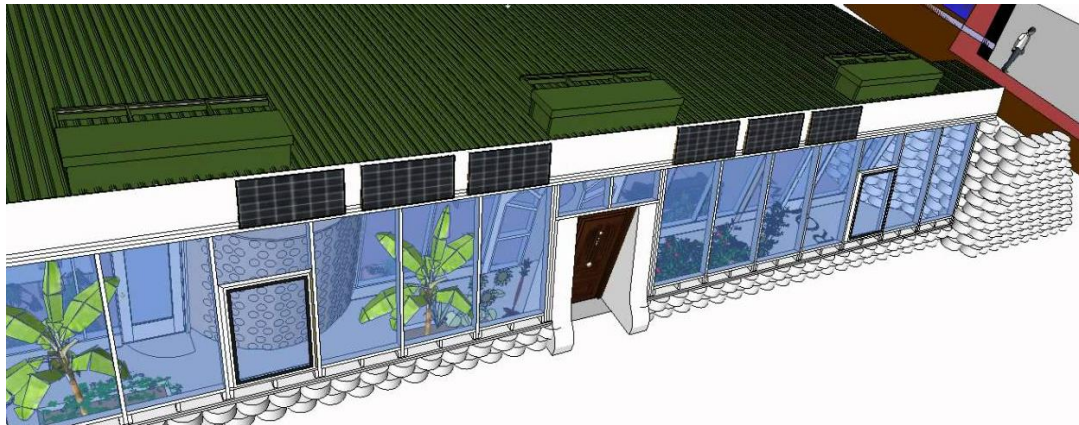
### Objetivos Particulares

- Promover la adaptación de establecimientos educacionales existentes al uso de las energías sustentables. Contribuir a la rehabilitación, operación y mantención de estas infraestructuras.
- Aplicar instalaciones que atiendan a los criterios de sustentabilidad y racionalidad tecnológica, constructiva y eficiencia energética.
- Proponer la utilización de nuevas tecnologías y soluciones sustentables al alcance del usuario.

# ANTECEDENTES

Hace poco más de un año se inauguró un edificio construido en la localidad costera de Jaureguiberry, departamento de Canelones, Uruguay, es una escuela de modelo rural destinada a la educación pública y fue construido bajo el método desarrollado por el arquitecto norteamericano Michael Reynolds, quien lo ha aplicado durante las últimas décadas en distintos puntos del planeta.

El edificio de 270 m<sup>2</sup> fue levantado en tan sólo siete semanas. Utiliza en su construcción aproximadamente un 60% de materiales reciclados (cubiertas, botellas de plástico y de vidrio, latas y cartón) y un 40% de materiales tradicionales. Buscan obtener el máximo aprovechamiento de la energía del sol, del agua, del viento y de la tierra. Para ello la envolvente es sensible a las orientaciones, se abre al norte, aprovechando al máximo la luz y la energía solar a través de un ancho corredor vidriado que actúa como organizador de las tres aulas y de las dos baterías de servicio de la escuela y proyecta al exterior una simple y contundente fachada dominada por el vidrio y la madera.



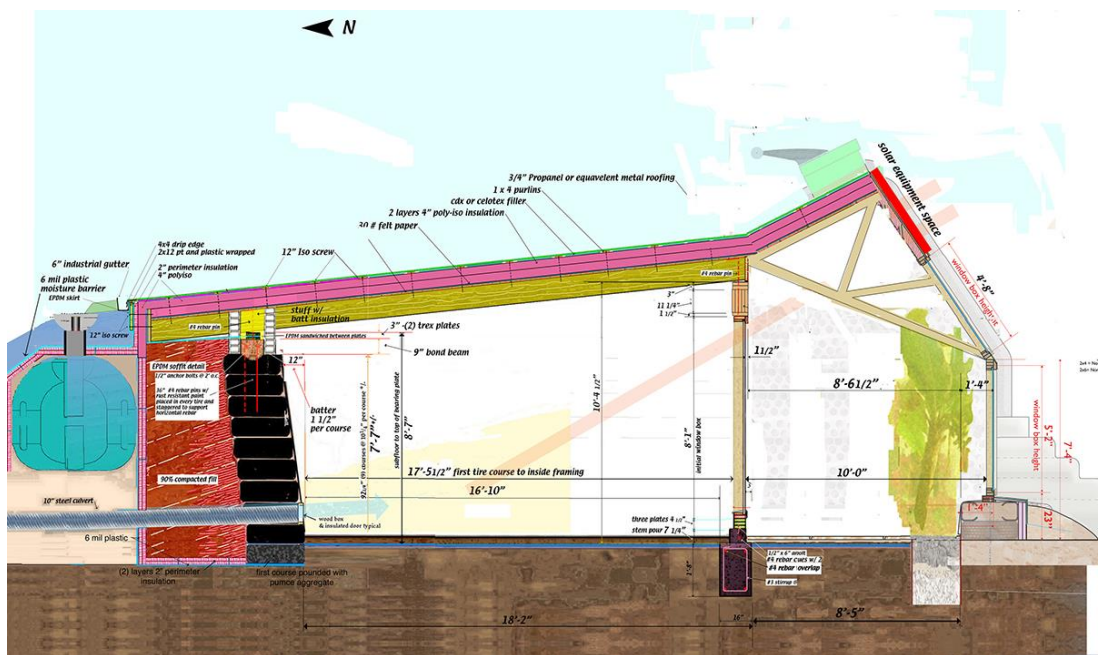
El corredor al norte habilita a su vez la producción de alimentos a través de una huerta interior. La generación de energía eléctrica proviene de paneles fotovoltaicos y de un banco de acopio de energía.



Al sur, el edificio se cierra con un espeso muro de contención resuelto en base a cubiertas rellenas de arena y pedregullo compactados que contiene el talud de arena y tierra que oficia de espalda de la edificación. Esta estrategia, además de aumentar la inercia térmica, permite cubrir todo el sistema de reserva y recolección de agua de lluvia proveniente del techo.



Permite a su vez implantar una secuencia de caños que, a partir de naturales procesos conectivos, provocan en verano la circulación cruzada de aire fresco a través de las aulas. En invierno, los caños pueden cerrarse y el calor provocado por el efecto invernadero del corredor norte permite climatizar las aulas.



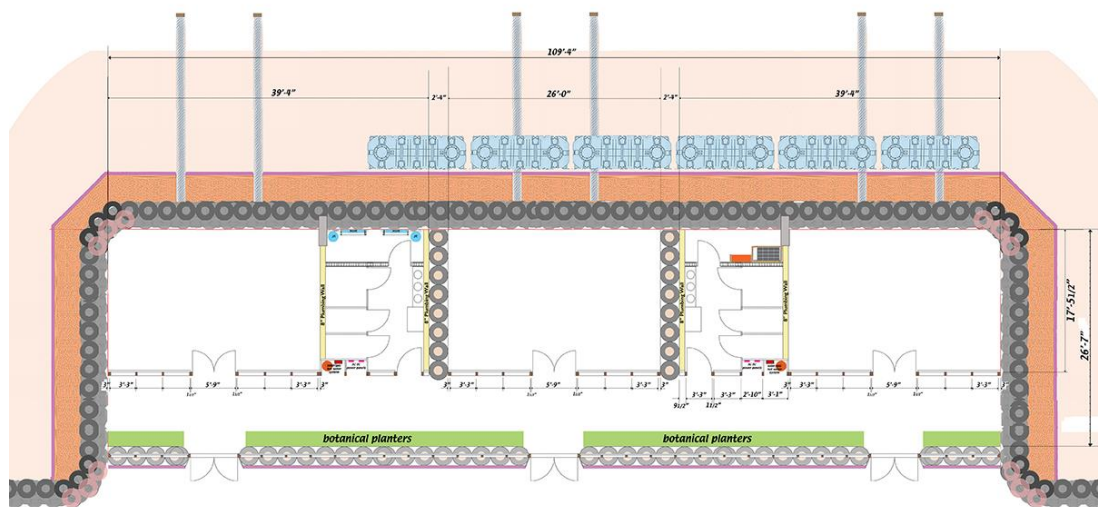
En la escuela no hay instaladas estufas, ni aires acondicionados, el edificio mantiene una temperatura estable que varía entre los 18°C y 25°C durante todo el año. Esto, además de abaratar los costos operativos del uso del edificio, reduce sustancialmente el impacto ambiental del mismo.

Además de ser autónomo en su consumo de energía y de impulsar la producción orgánica de alimentos en su interior, la escuela utiliza el agua de lluvia para consumo humano, lavado de manos, riego de huertas y finalmente para las cisternas, contando con un proceso de tratamiento de aguas negras que incluye un pozo séptico también creado con materiales de reciclado (en este caso cubiertas de tractor) y un humedal en el exterior del edificio. Para lograr esto, se cosecha el agua para consumo a través

de un sistema de recolección de aguas de lluvia que involucra el techo de la escuela, 10 tanques de 3.000 litros

Una Escuela Sustentable cumple con los seis principios básicos de este tipo de construcciones.

- Materiales naturales y reciclados: el edificio está construido en un 60% de materiales reciclados.
- Calor solar y masa térmica: tanto la calefacción como la refrigeración se producen naturalmente, permitiendo que la temperatura del interior se mantenga constante.
- Electricidad a partir del sol: esta escuela es totalmente autónoma en materia de consumo de energía, ya que esa equipada con paneles solares y un banco de baterías que asegura el abastecimiento.
- Cosechando agua: el edificio captura mediante sus techos el agua de lluvia suficiente para el consumo de la escuela.
- Aguas residuales: el sistema reutiliza las aguas grises dentro del edificio, alimentando la huerta y las aguas negras son enviadas al exterior, a un tanque séptico realizado con materiales reciclados, que pasa luego a una celda botánica que funciona como humedal.
- Producción de alimentos: la huerta interior está diseñada para poder producir alimentos durante todo el año y aporta así a los almuerzos de los niños y al personal de la escuela.



A nivel nacional se están empezando a hacer intentos puntuales también para insertar el tema sustentabilidad a los edificios escolares.

Estimaciones de la ONU indican que en el mundo casi una de cada cinco personas no tiene acceso a servicios de electricidad modernos y aproximadamente tres mil millones dependen de la biomasa tradicional para cocinar y calentarse. Por esto, el secretario general de la ONU declaró durante la inauguración de la oficina de facilitación global de “SE4ALL” en Viena que “la energía resulta fundamental para el desarrollo sostenible”. Las energías renovables o verdes, son aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables debido a que son capaces de regenerarse por medios naturales, como la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica,

mareomotriz y la biomasa. Este tipo de energía, además de ser limpia, constituye actualmente el 15 por ciento de la matriz energética mundial.



BAÑO EXISTENTE



GALERÍA



Escuela Nro 16 – Vecinos Unidos de Basavilbaso.

Un informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático estima que para 2050 las energías renovables podrían cubrir el 80 por ciento de la demanda energética mundial. En 2005 apenas 15 países en desarrollo tenían políticas orientadas a promover las energías renovables. Para inicios de 2014, 95 países habían incorporado en su agenda estratégica nacional políticas para la promoción de la energía renovable.

En la provincia de Entre Ríos, el acercamiento hacia energías renovables en edificios escolares se está haciendo a través de la energía solar fotovoltaica, esto se está implementando a través de distintos programas como por ejemplo en la escuela N° 23 “Tomas de Rocamora” de Colonia Los Ceibos, el Proyecto a través del cual se instalaron los Paneles fue financiado por el Programa “Poder Popular” del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Entre Ríos a través de la Asociación de Apoyo de la UTN CDU y coordinado por el Área de Responsabilidad Social Universitaria de la Secretaría de Vinculación Tecnológica de la Facultad Regional, que le permitirá a la escuela contar con electricidad generada por el sol. El programa Poder Popular acompaña a las organizaciones sociales con fines solidarios y comunitarios que desarrollan sus actividades en la provincia de Entre Ríos, con aportes no reintegrables destinados a dos fines: por un lado, el fortalecimiento de las actividades diarias, o proyectos específicos de las organizaciones, esto es tanto en equipamiento,



como en capacitaciones, entre otros, con un monto máximo de 50.000 pesos por proyecto. Por otro lado, el mejoramiento de los espacios físicos de las organizaciones, con un monto máximo de 250.000 pesos por proyecto. En dialogo con la directora del establecimiento, la Sra. Alem Gabriela, manifiesta que los alumnos están muy interesados con el sistema, como así también sus padres, y que al ser gente que trabaja en el campo, están interesados en implementar el sistema, sobre todo en los galpones de cría de pollos.

Otros establecimientos también han empezado a implementar la energía solar, por ejemplo, la Escuela de Educación Técnica N° 2 “Pbro. José María Colombo” de la ciudad de Gualeguaychú instaló un equipo de paneles fotovoltaicos en el marco del proyecto “Energía renovable de la mano del campo a la ciudad”. Resulta importante resaltar que al contar con una fuente de energía solar fotovoltaica la escuela reduciría su consumo eléctrico de red y en un futuro, no tan lejano, con la puesta en vigencia de la ley de Generación Distribuida, será posible volcar el excedente de producción de energía en la red pública, siendo compensados sus saldos. El objetivo general del proyecto abarca dos temáticas, por un lado, el involucramiento de las entidades rurales con la ciudad ya que los productores y sus familias consideran a la ciudad su hogar, ya que en ella viven, se educan, se relacionan y realizan actividades de recreación. Por otra parte, resulta de suma importancia el lograr que toda la comunidad tome conocimiento de la existencia de esta nueva forma de obtener energía y el impacto ecológico que tiene, de modo de poder generar un efecto contagioso y que cada vez más instituciones, empresas, etc. adopten esta tecnología, contribuyendo al medio ambiente y con ello a una mejor calidad de vida. En cuanto al objetivo específico, también estaría definido en dos aspectos, el primero con la colocación de un equipo de paneles fotovoltaicos en una escuela técnica de manera que se generen ahorros en el consumo eléctrico de red y el segundo objetivo específico, con un fin educativo, al incorporar la enseñanza de esta tecnología en su plan de estudios, logrando el egreso de nuevos técnicos especialistas en la materia.

En el año 2018 el gobierno de ER avanzó en la incorporación de energías renovables para dotar a escuelas rurales y organismos públicos en el marco del “Plan de eficiencia energética, reducción de costos y cuidado del ambiente”. La experiencia piloto se desarrolló en el edificio del CGE con instalación de paneles solares, para esto se suscribió un convenio de cooperación y asistencia mutua a los efectos de instalar los paneles fotovoltaicos en la azotea del edificio.



# ALTERNATIVAS

En este apartado analizaremos las posibles soluciones a los principales problemas detectados en las escuelas rurales del departamento Uruguay, entre ellos:

- Tratamiento de efluentes

#### 1- Humedales

Los humedales son unidades para el tratamiento de aguas residuales, principalmente las que provienen de una vivienda con el aporte de las aguas grises de los lavaderos y duchas. El humedal artificial es un sistema de tratamiento de agua residual poco profundo, construido por el hombre, en el que se han sembrado plantas acuáticas, y se ha contado con los procesos naturales para tratar el agua residual.

Los humedales tienen ventajas con respecto a otros sistemas de tratamiento, debido a que requieren poca o ninguna energía para funcionar, proporcionan el hábitat para la vida silvestre, son estéticamente agradables a la vista, por lo que son considerados como sistemas “naturales” de saneamiento: con poco equipamiento técnico, poca operación y alcanza excelentes eficiencias, incluso en casos de altas variancias de la carga (remueve el 90% del material orgánico, nitrificación parcial y reducción de bacterias). Siempre se recomienda su utilización para soluciones descentralizadas de saneamiento, sin embargo, necesitan suficiente área libre para su implantación. Una condición importante para el funcionamiento de humedales es un pre-tratamiento eficiente, que debe ser adaptado a la característica de efluente.

Se incluyen diversas unidades de pre-tratamiento de acuerdo al tipo de agua a tratar:

- Aguas residuales: Tanque séptico, Tanque Imhoff u otros
- Aguas grises: Trampa de grasa o Tanque séptico u otros
- Aguas negras: Filtro de Compostaje o Tratamiento anaeróbico

La mayoría de los efluentes de casas, establecimientos e incluso pueblos rurales, que no cuentan con servicio de red, se vuelcan crudos directamente en arroyos o en las napas. En la provincia hay muchos pueblos o establecimientos rurales de menos de 200 personas y el problema en estos casos es que los sistemas de tratamiento convencional, si bien son eficientes, no son rentables. Son muy caros, tanto de construir como de operar, para estos casos se aplica la tecnología de humedales, que tienen costos operativos muy bajos y sólo necesitan de un amplio territorio, cosa que en las zonas rurales hay de sobra.

Básicamente, se crea una pileta cavada en el terreno, impermeabilizada, rellena con un material poroso y plantado con plantas acuáticas. Por una punta de esa pileta entra el agua servida, proveniente del sistema de tratamiento primario, pasa entre el relleno y toda la microbiología que se desarrolla allí absorbe todos los contaminantes y el agua sale limpia.

De manera muy sencilla, podemos resumir que las tres partes fundamentales de un humedal son:

- El sustrato o material granular: tiene la función de soporte a la vegetación y posibilita la fijación de la bio película bacteriana que intercede en la gran mayoría de los procesos de eliminación de contaminantes orgánicos de las aguas residuales.
- Las plantas: en su mayor parte son plantas macrófitas emergentes que intervienen en a la oxigenación del sustrato radical y a la eliminación de contaminantes por absorción.



Eichhornia crassipes	Carrizo(Phragmites australis)	Junco spadaña Schoenoplectus californicus
----------------------	-------------------------------	--

- El agua: el agua residual con alta carga de contaminación aporta el alimento a las plantas y después de atravesar el humedal pierde esa DBO, sólidos en suspensión, y retorna al cauce en unos parámetros de calidad superiores al inicio del tratamiento.

Los humedales se clasifican en función del modelo de circulación del agua:

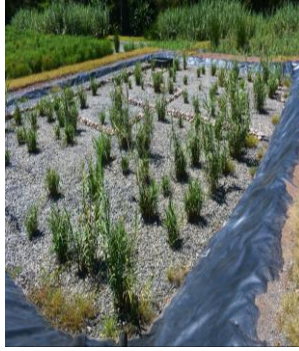
➤ Humedales artificiales de flujo superficial (HAFS)

El agua circula libremente por la superficie a través de tallos, raíces y hojas caídas, donde se desarrolla la película bacteriana encargada de la eliminación de contaminantes. Generalmente, son instalaciones de varias hectáreas, con un nivel de agua poco profundo (inferior a 0,4 metros). La entrada de agua residual es continua (o intermitente si precisa bombeo). Se emplean principalmente recibiendo efluentes de un tratamiento secundario anterior.



➤ Humedales artificiales de flujo subsuperficial (HAFSs)

En estos tipos de humedales el agua discurre de forma subterránea por los espacios intersticiales del lecho filtrante y en contacto con los rizomas y raíces de la vegetación del humedal. En este tipo de depuración actúa en mayor medida la acción del suelo. La profundidad del sustrato filtrante es del orden de 0,5-1,0 metros.



### Funcionamiento de un humedal artificial

El funcionamiento de un humedal artificial está basado en los procesos que suceden de forma natural en el medio ambiente. Los sistemas que provocan la depuración de las aguas residuales se basan en los diversos principios, de los cuales cabe destacar:

- Eliminación de materia orgánica: sucede por sedimentación y filtración de partículas entre los espacios de grava y las raíces. En este proceso intervienen diversos microorganismos (esencialmente bacterias). Los microorganismos que se desarrollan pueden ser aerobios o anaerobios.
- Eliminación de sólidos en suspensión: se debe a fenómenos de filtración entre el sustrato y las raíces. Los sólidos en suspensión son eliminados en los cinco primeros metros de distancia desde la entrada. Normalmente, se logran valores del efluente inferiores a 20 mg/l.
- Eliminación de organismos patógenos: tiene lugar mediante la adsorción sobre partículas del sustrato. También intervienen la acción depredadora de bacteriófagos y protozoos que habitan en el sustrato. Habitualmente, se logra una reducción de dos órdenes logarítmicos de los coliformes fecales.
- Eliminación de nitrógeno: normalmente, se encuentra en forma de nitrógeno orgánico o amoniacal. En estas condiciones se generan procesos de nitrificación-desnitrificación desarrollados por diferentes microorganismos. El aumento de la poda de las plantas del humedal aumenta los rendimientos en este aspecto.
- Eliminación de fósforo: sucede al contactar el fluido que contiene el fosforo, influente, y el sustrato. En estas circunstancias se producen fenómenos de adsorción que sujetan el fosforo, si bien esta reducción es muy baja.

Los humedales artificiales, son sin duda, una opción muy interesante y por ello actualmente se están implantando en numerosas poblaciones que desean depurar sus aguas con una maravillosa integración paisajística y un coste mínimo. Se requiere al menos un año para que el desarrollo de la vegetación sea efectivo, y las colonias de microorganismos formen un ecosistema que permitan la eliminación de los contaminantes del efluente.

### Criterios para la construcción de un Humedal artificial

- El agua debe estar disponible durante todo el año para mantener las plantas y las bacterias vivas.
- Los flujos grandes (causado por la lluvia torrencial) puede saturar el sistema, y debe ser desaguado
- Las aguas grises deben fluir naturalmente por gravedad en el humedal.

- El agua debe quedarse en el sistema por un promedio de 2-10 días para permitir el tratamiento por plantas.
- Las aguas grises no deben estancarse (para evitar el crecimiento de mosquitos).
- Las plantas de un humedal natural local pueden ser trasplantadas para el uso en el humedal construido (recomendados), o pueden ser compradas en un vivero local.
- Una pared o capa impermeable debe rodear el humedal entero para prevenir que las aguas grises salgan antes de ser tratadas completamente. El drenaje apropiado permitirá que el agua salga del sistema después del tratamiento.

### Ventajas

Consumo energético nulo, el proceso de depuración lo realizan plantas.
Algunos procesos degradativos ocurren en forma más rápida con plantas que con microorganismos.
Integración ambiental, sustituye edificios y maquinas por una plantación de macrofitas.
En los humedales de flujo sub superficial el agua no está en contacto con la atmosfera y reduce drásticamente la generación de olores y mosquitos.
Se reducen las averías al carecer de equipos mecánicos, y la operación es menos complicada, menos peligrosa, y requiere menos medios para mantenerla.
Programa de mantenimiento más sencillo y fácil de seguir.

### Inconvenientes

Tarda más tiempo en lograr el régimen óptimo de funcionamiento. Dado que se basa en un sistema natural necesita que las plantas adquieran un grado de madurez.
Un mantenimiento insuficiente en los humedales de flujo subsuperficial puede presentar problemas de colmatación del sustrato.
Requiere una superficie mayor que los sistemas de depuración convencionales.
Requiere grandes conocimientos en el diseño, porque después tiene pocas posibilidades de regulación en la operación de la estación depuradora.
Las plantas pueden ser alimento de ciertos animales, por lo que se debe controlar que no accedan al interior de la parcela.

Aspectos que se deben controlar para obtener el máximo rendimiento en la depuración de aguas de un humedal artificial de flujo subsuperficial.

- Se debe evitar el acceso de animales que se alimenten de macrófitas como jabalíes, ovejas, incluso algunas aves como la focha común.
- El sustrato es una pieza clave en el humedal, por eso se debe evitar su compactación y saturación. Para ello, es recomendable realizar las mínimas pisadas y controlar el interior del humedal mediante inspecciones frecuentes desde el perímetro. También es conveniente el uso de herramientas extensibles para acometer ciertas operaciones desde el exterior del sustrato.
- Limpieza de los sistemas de distribución. Una buena distribución del agua residual favorecerá el crecimiento regular de todas las plantas del humedal y con ello un aumento del rendimiento de la depuración.
- Se debe prestar atención al estado vegetativo de las plantas para evitar plagas y enfermedades. En este aspecto, es fundamental una detección precoz para actuar en los estados iniciales. Esta situación debe estar prevista en el programa de trabajo.
- Lectura de las analíticas de afluente y efluente. El buen comportamiento del humedal implicará un rendimiento adecuado de la DBO, DQO y sólidos en suspensión. Cualquier anomalía en uno de estos parámetros debe ser señal de alarma ante un posible problema en el humedal. La frecuencia de toma de muestra y análisis

de aguas estará contemplada en el plan de operación y mantenimiento de la estación depuradora.

- Los humedales no se pueden encharcar debido a los malos olores o a la presencia de insectos, las malas hierbas deberán arrancarse manualmente.
- Mantenimiento en toda el área del sistema de tratamiento para cualquier eventualidad que se presente (visitas, muestreos, presentaciones, etc.).
- Cercado del terreno de la planta de tratamiento para evitar el acceso a personas sin autorización que puedan provocar daños en las instalaciones

El humedal, como ya dijimos necesita indefectiblemente un sistema primario de tratamientos de efluentes, por lo deberá tener, como mínimo, los siguientes tratamientos: (se toma para ejemplificar, un promedio de 10/15 personas)

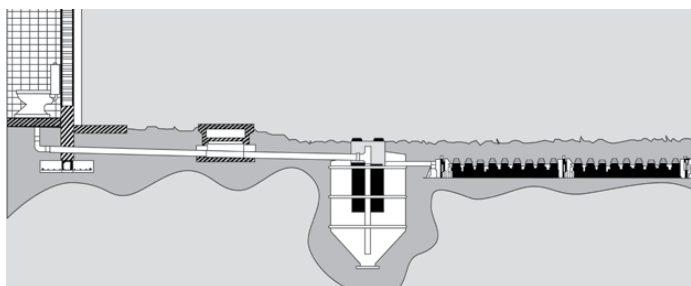
1. Pre-tratamiento y Tratamiento Primario: Se podrá instalar un Biodigestor ROTOPLAST de capacidad de 1300 litros, que recibe las aguas grises procedentes de las edificaciones integrantes del proyecto (en algunos casos aparte del edificio escolar también se cuenta con una vivienda para el docente o el encargado), que direcciona en una tubería hacia el sistema de tratamiento (Humedal artificial). El Biodigestor cumple dos funciones: trampa de grasa (retiene las grasas de las aguas grises) y sedimentación (retiene y sedimenta los sólidos suspendidos de las aguas grises), además de reducir la concentración de materia orgánica presente en el agua en un 50% a 60%.

2. Tratamiento Secundario: Humedal Artificial Horizontal de Flujo Subsuperficial. Podrá estar construido de concreto, o simplemente ser excavado en el terreno y revestido con una membrana impermeable para abaratar costos, con un área total de 15 m<sup>2</sup> aprox., con un ancho de 3.00, longitud de 5.00, profundidad de medio filtrante de 0.50 metros. La superficie del suelo del humedal tiene una pendiente descendente en el sentido del flujo de 1% para asegurar una buena capacidad hidráulica de 0.055 m/día. El humedal artificial está diseñado para operar con flujo subsuperficial en condiciones de alimentación continua con un caudal promedio 1.12 m<sup>3</sup> /día lo que equivale a las aguas residuales generadas por 15 personas, obteniéndose un requerimiento de área de humedal artificial de 1.53 m<sup>2</sup> por persona.

## 2- Biodigestores

Cuando no se cuenta con la ventaja de conectarse con los sistemas cloacales de la ciudad o región, se hace imprescindible la instalación de algún sistema de tratamiento de aguas residuales independiente. Hasta no hace mucho tiempo las opciones eran más o menos limitadas, siendo las fosas sépticas y pozos negros los más populares, con todas los problemas y desafíos que presentaban en su construcción y mantenimiento. En la actualidad los biodigestores son la solución perfecta, pues ofrecen beneficios inmediatos y a largo plazo tanto a usuarios como instaladores.

El sistema de tratamiento de efluentes cloacales, es una solución integral para la depuración de aguas residuales domésticas, la depuración se realiza en tres etapas sucesivas.



- Primera Etapa: Biodigestor, retiene y digiere el material orgánico, los sólidos.
- Segunda Etapa: Cámaras de Infiltración (lecho nitrificante), distribuyen los líquidos en un área determinada del suelo. También puede plantearse un humedal artificial o un pozo con material granulado.
- Tercera Etapa: El suelo, por debajo de las cámaras de infiltración, que filtra y completa la depuración del agua

El Biodigestor es un tanque hermético que funciona siempre lleno, por rebalse, a medida que entra agua residual desde la edificación, una cantidad igual sale por el otro extremo. Al pasar a través del suelo, muchas partículas que se encuentran en el agua residual son retenidas dado que su tamaño es mayor al de los poros. Las partículas más pequeñas y algunas moléculas quedan adheridas a los granos del suelo por cargas eléctricas. Algunos nutrientes como el fósforo, comunes en las aguas residuales, se combinan con otros minerales presentes en el suelo que contienen calcio, hierro y aluminio, quedando así retenidos, e impidiendo que pasen a las aguas subterráneas. Por otro lado, el suelo contiene una comunidad de bacterias, protozoos y hongos, que pueden alimentarse de los nutrientes y de la materia orgánica del agua residual.

Antes de empezar con la instalación, se debe replantear el sistema, para ubicarlo en el terreno siguiendo algunas pautas:

- Escoger una zona alta, en la que no se formen charcos o se inunde cuando llueve, de no tener este espacio disponible se deberá rellenar luego de realizada la instalación.
- Mantener la mayor distancia posible desde el sistema a cuerpos de agua superficiales, a perforaciones de extracción de agua, a los límites del terreno y edificaciones

Distancia a	Biodigestor	Cámaras de infiltración
Curso de agua superficial	15 m	15 m
Pozo de agua potable privado	15 m	30 m
Pozo de agua potable público	150 m	150 m
Líneas de agua	3 m	8 m
Límites del terreno	1,5 m	1,5 m
Edificaciones	4,5 m	9 m



Instalación del tanque.

La profundidad de excavación será determinada por la altura del equipo y por la profundidad alcanzada por la tubería proveniente del edificio, esta tubería deberá estar sobre la tubería de entrada del equipo o a igual profundidad.

Excavar primero la parte cilíndrica, aumentada como mínimo 20 cm al diámetro del equipo, de esa forma tendremos una excavación con un mínimo de 10 cm alrededor del mismo.

La base deberá ser excavada aproximadamente con el mismo formato cónico de equipo, estar compactada y libre de elementos rocosos (piedras, escombros, etc.) que pudiesen dañar las paredes del equipo. Deberá hacerse en el fondo una platea de 60 cm de diámetro de hormigón con un espesor de 5 cm, con una malla sima en su interior.

Al bajar el equipo dentro de la excavación, asegurar que la parte inferior cónica esté bien apoyada.

Llenar el equipo con agua antes de comenzar la compactación. Para ello, instale la válvula de extracción de lodos y manténgala cerrada, el agua debe permanecer en el equipo incluso después de realizar la instalación completamente.

La posición de la cámara de extracción de lodos es determinada por la posición de la válvula de extracción de los mismos. Se deberá excavar el volumen requerido para la cámara dependiendo del tamaño del equipo. La cámara se puede realizar con mampostería tradicional, anillos pre moldeado de cemento o plástico disponibles en el mercado, la cámara no debe tener aislación en el fondo.

Los gases provenientes del proceso de digestión biológica serán eliminados por la tubería del sistema de ventilación, que podrá ser un conducto de ventilación entre el equipo y la edificación que debe ventilar a los 4 vientos.

Las esferas que están en el interior del tanque, son el material filtrante y soporte biológico fundamental para el buen funcionamiento del filtro anaeróbico.

### **Ventajas**

El biodigestor es la opción más eficiente, económica y ecológica para el tratamiento de efluentes cloacales. Los beneficios de su instalación se extienden desde su instalación, uso y mantenimiento. No en vano se han convertido en la solución más utilizada en países como India y Kenia, donde hay una gran densidad poblacional, un gran riesgo hídrico/ecológico y bajos índices de ingresos. El funcionamiento autónomo del biodigestor ofrece un tratamiento real de las aguas negras sin afectar el medio ambiente.

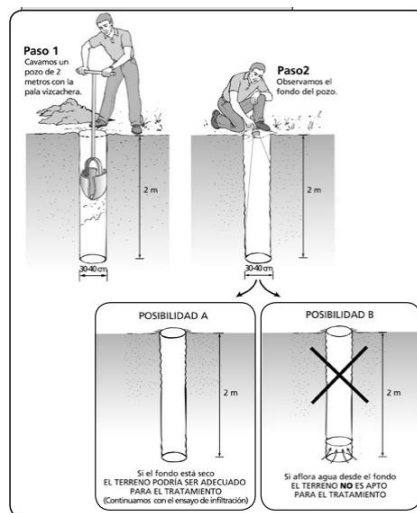
- Es fácil de instalar: La instalación es rápida y sencilla, es muy ligero aunque resistente y robusto. No requiere materiales pesados, herramientas especializadas o una gran cantidad de personas trabajando en la obra.
- Es duradero: al estar elaborado en una sola pieza de polietileno, no admite filtraciones ni cede con la presión del terreno. Tiene una vida útil de al menos 35 años.

- Es un sistema expandible: Si el lugar donde se ha instalado el biodigestor registra un aumento del caudal de efluentes cloacales, es posible expandir el sistema utilizando una red de biodigestores en paralelo.
- Es económico: Al no requerir materiales extra para su instalación, resulta más económico que la construcción de pozo séptico. A largo plazo, los costos terminan siendo más reducidos porque no requieren mantenimiento periódico con maquinaria y personal especializado, además es autolimpiable, sólo requiere abrir una llave una vez al año para drenarlo.

Como venimos mencionando anteriormente, las aguas van a terminar infiltrándose en el suelo en la última etapa del sistema, por eso, antes de decidir la construcción del sistema de tratamiento secundario debemos tener en cuenta la profundidad de la napa freática y la capacidad de infiltración que posea el sustrato, con esas dos premisas podremos comprobar para que tipo de tratamiento es adecuado el suelo.

#### Profundidad de la napa freática

Para que el tratamiento sea eficiente, el agua residual debe atravesar como mínimo una distancia de 1,20 m de suelo seco entre el fondo de la zanja y la napa freática. Para comprobar si el terreno cumple con esta condición hacemos una perforación de 2 m con una pala vizcachera. Si aflora agua desde el fondo del pozo, el terreno no es adecuado para construir el campo de infiltración tradicional o cámaras de infiltración. Si no se observa agua a esa profundidad, el terreno puede ser adecuado. Como el nivel de las napas varía estacionalmente con las lluvias, es recomendable consultar con algún perforista de la zona para verificar este dato.





#### Sistemas de tratamiento secundario combinables con el biodigestor

- Cámaras de infiltración

Las Cámaras de Infiltración, fueron diseñadas para completar el sistema de tratamiento, infiltrando el efluente tratado y reduciendo el tamaño de la superficie a utilizar hasta un 50% comparado con los sistemas tradicionales de infiltración, compuestas en polietileno de alta densidad inyectado de alta resistencia, incorporan tecnología de micro perforado, estas cámaras trabajan a sección hueca dando mayor contención al efluente.

Las Cámaras proveen volumen de almacenamiento y superficie de infiltración. La totalidad del fondo de las cámaras se encuentra abierto, optimizando el área de infiltración y tratamiento a través del suelo.

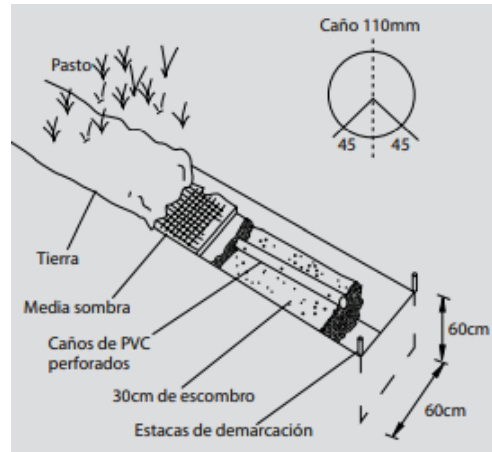
Las ranuras en las paredes laterales proveen superficie adicional para la infiltración y a su vez reducen la intrusión de tierra. La biomasa que se forma en las paredes ranuradas y el fondo se alimenta de las partículas en el efluente. El suelo debajo de las cámaras provee el filtrado final. Se comercializan en tramos de 1,00x0.60x0.26 m, son encastrables según la necesidad de cada caso y cada tramo tiene una capacidad de 100 lts/día.

	
<p>Esquema de colocación</p>	<p>Usos en gran escala</p>

	<p>Biodigestor Rotoplas 1300 Lts Tratamiento De Aguas Residuale</p> <p>\$ 62.889</p>
<p>Biodigestor</p>	<p>Precio en Mercado Libre</p>
	<p>Cámara De Infiltración / Tratamiento De Efluentes Septkit</p> <p>★★★★★ 1 opinión</p> <p>\$ 2.835</p>
<p>Cámaras de infiltración</p>	<p>Precio en Mercado Libre</p>

- Lecho nitrificante o campo de infiltración.

El campo de infiltración tradicional es un tratamiento que consiste de una red de caños perforados, colocados en zanjas sobre un lecho de material poroso (escombros o piedra partida sin polvo), sobre éstas se coloca una tela geo-textil y por último se rellena la zanja con terreno natural.

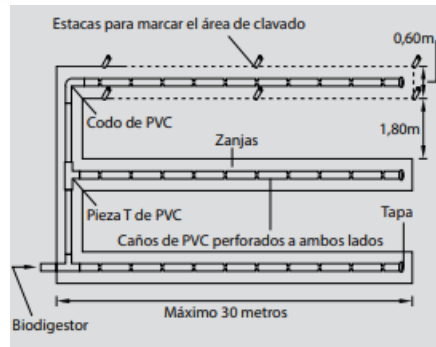


### Instalación

1. Realizar el replanteo del campo de infiltración sobre el terreno.
2. Cavar las zanjas, quitar los restos de tierra suelta, nivelar, luego rastrillar el fondo y las paredes para que el suelo tenga una mayor absorción.
3. Colocar en toda la zanja, una cama de piedra partida de 30 cm.
4. Perforar los caños haciendo dos hileras laterales de agujeros con un diámetro de 15 mm cada 30 cm. Los centros de los agujeros deben estar a 45° del eje.
5. Sobre el relleno armamos la red de distribución, ubicando los caños en el centro de las zanjas con las perforaciones orientadas lateralmente, las cañerías deben tener pendiente 0%.
6. Agregar piedra partida hasta cubrir el caño unos 10 cm.
7. Sobre la piedra partida colocar tela geo-textil, para evitar que el suelo se mezcle con el relleno.
8. Por último, dejar una pequeña lomada de tierra sobre la zanja para que al asentarse la tierra no quede bajo el nivel de suelo.

Un lecho de infiltración se obstruirá con el tiempo, aunque esto puede tardar 20 años o más si se le da buen mantenimiento y si la tecnología de tratamiento primario es adecuada. En la práctica, un lecho de infiltración debería requerir un mantenimiento mínimo; sin embargo, si el sistema deja de funcionar con eficiencia, se recomienda limpiar, remover o sustituir las tuberías. Para mantener el lecho de infiltración, no debe haber plantas o árboles en las cercanías, ya que las raíces buscaran la humedad y eso originará que los orificios de los caños se tapen, o los caños sean movidos.

Tampoco debe haber tráfico pesado encima, ya que esto podría aplastar las tuberías o compactar el suelo.



### Ventajas

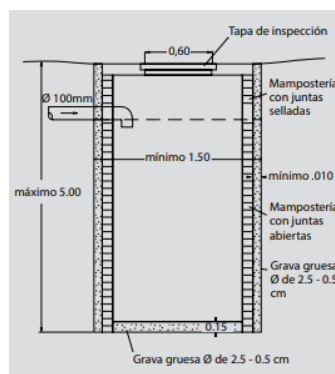
Se puede usar para tratamiento combinado y disposición final del efluente
Tiene una larga vida útil (dependiendo de las condiciones)
Los requisitos para su mantenimiento son pocos si opera sin equipo mecánico
Costo de inversión relativamente bajo; bajos costos de operación

### Desventajas

Requiere un terreno grande
Requiere tratamiento primario del efluente para evitar obstrucciones
Puede perjudicar las propiedades del suelo y de los acuíferos

### ● Pozo de infiltración

Cuando no se cuenta con área suficiente para realizar un campo de infiltración, se podrá utilizar pozo de infiltración. El diámetro mínimo del pozo de infiltración será de 1,50 m y la profundidad útil recomendada del pozo no será mayor a 5,00 m debiendo respetar que el manto freático se encuentre por lo menos a 2,00 m del fondo del mismo. El pozo tendrá sus paredes verticales formadas por muros de mampostería, compuesta de ladrillos comunes, con junta lateral libre espaciadas no más de 1 cm. El espacio entre el muro y el terreno natural no será menor a 10 cm y se rellenará con piedra partida de 2,5 cm de diámetro, el fondo del pozo deberá tener una capa de piedra partida de 15 cm de espesor.



## Ventajas

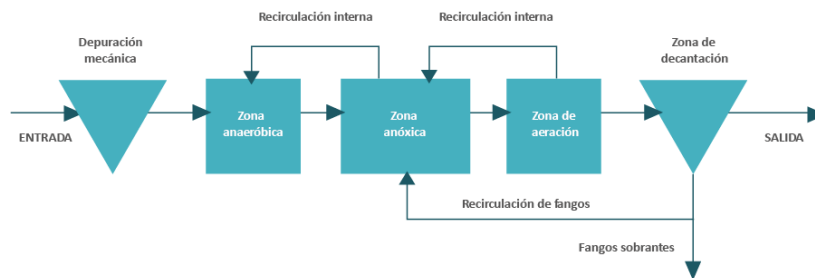
Permite evitar que un terreno se sature de agua en la superficie.
Evita la formación de aguas estancadas que favorecen la proliferación de mosquitos.
Fácil de construir y mantener a nivel local.
Ocupa poco espacio.

- Humedal artificial

En los casos donde la napa freática se encuentra a menos de 1,50 metros bajo el nivel de suelo, utilizamos el humedal artificial como sistema secundario donde desembocaran los líquidos tratados por el biodigestor. Este sistema ya ha sido desarrollado *up supra*.

### 3- Plantas de tratamientos compactas y modulares

Las **depuradoras de aguas residuales** consisten en un reactor biológico fabricado en polipropileno de alta calidad, este reactor dispone de una tecnología conocida como Laberinto de Flujo Vertical



Esta tecnología de tratamiento de aguas residuales utiliza un proceso de lodos activados de flujo continuo. En este proceso se produce la eliminación biológica tanto de nitrógeno como de fósforo. Dentro de un único depósito se combinan los siguientes procesos:

- El pretratamiento mecánico.
- La recogida de los lodos excedentes.
- El tratamiento biológico por medio de un proceso de lodos activados de baja carga.
- La separación del agua tratada de los lodos activados.
- El equilibrio del flujo de entrada fluctuante de las aguas residuales.
- El flujo gravitatorio de la mezcla.
- La degradación biológica de la contaminación orgánica.
- La nitrificación.
- La absorción del fósforo.
- El flujo de fangos activados.
- La separación del lodo activado de las aguas residuales tratadas.
- La descarga de las aguas residuales tratadas mediante un flujo de agua, su infiltración o su reciclado.

- La recirculación del lodo activado separado.

Estas plantas combinan en un solo depósito el tratamiento sin oxígeno, el tratamiento con oxígeno y la decantación. La combinación de los tratamientos con y sin oxígeno activa todos los microorganismos biológicos presentes (anaerobios, aerobios y facultativos). Gracias a esta combinación, aumenta el rendimiento depurativo del sistema y se reduce la producción de fango sobrante.

1-El agua residual sin tratar entra en la depuradora.

2- El agua residual se somete a una separación mecánica en la reja de desbaste, que permite la separación de las impurezas y los grandes residuos.

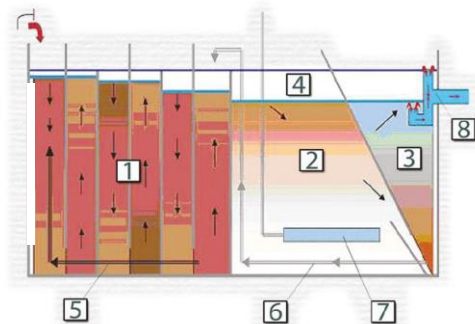
3- El agua residual entra a la cámara de tratamiento biológico sin oxígeno (cámara anaerobia). En ella, los lodos activos recirculan de forma constante. A continuación, estos lodos son dosificados de una manera uniforme y se estabilizan sin generar malos olores.

4- La mezcla del lodo activo y del agua fluye hacia la zona de desnitrificación y hacia la cámara de tratamiento con oxígeno (cámara aerobia). En ella, a través de un difusor, el aire se inyecta en forma de pequeñas burbujas. Estas burbujas aceleran el proceso depurativo.

5- A continuación, fluye hacia el decantador, donde los lodos se desplazan al fondo por efecto de la gravedad.

6- Los lodos son recirculados posteriormente, y se separan del agua tratada, que efluye limpia al exterior a través de la boca de salida.

1. Cámara anaerobia
2. Cámara aerobia
3. Decantador
4. Recirculación anaerobia del fango
5. Recirculación general del fango
6. Difusor de aire
7. Boca de salida



Matriz ponderativa entre sistemas de tratamientos de efluentes

	COSTO INVERSION	CALIDAD DEL EFLUENTE	ESTABILIDAD DEL PROCESO	OLORES	MANTENIMIENTO	CONSUMO ENERGETICO	SUMATORIA
POZO ABSORVENTE	9	3	8	5	8	10	43
BIODIGESTOR + CAMARAS DE INFILTRACION	8	9	9	8	10	10	54
BIODIGESTOR + LECHO DE INFILTRACION	9	9	8	8	9	10	53
BIODIGESTOR + POZO DE INFILTRACION	9	9	8	8	9	10	53
BIODIGESTOR + HUMEDALES	7	9	8	8	7	10	49
PLANTA COMPACTA	2	9	5	9	3	2	30
PLANTA DE TRATAMIENTOS	2	8	8	8	2	4	32

Valores de referencia:	1	desfavorable
	10	favorable

## Provisión de agua potable

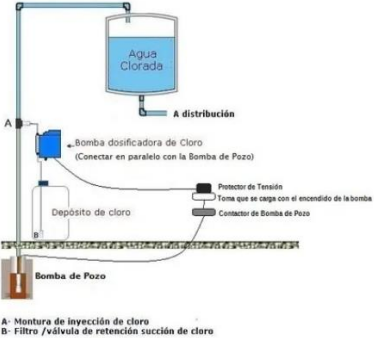

La desinfección es un proceso clave en cualquier sistema de tratamiento de agua. La desinfección química es un método para hacer medianamente segura el agua para beber, aunque algunos microorganismos podrían resistir este método (Cryptosporidium, Cyclospora, Toxoplasma...). Por ello, en la producción de agua segura para consumo humano es importante destacar consideraciones especiales antes de su implementación. En las líneas que siguen se habrán de detallar algunas. Al diseñar un sistema de tratamiento de agua, en especial en el área rural, debe tomarse a la desinfección no como un elemento más, sino como un componente vital del sistema. En muchos casos, quien diseña un sistema de provisión de agua en una pequeña comunidad no solo toma a la ligera la desinfección, sino que hasta prioriza la producción de agua (cantidad), ante la seguridad de la misma (calidad).

El cloro, el bromo y el yodo son las sustancias más utilizadas para la desinfección del agua potable. De las tres, la más utilizada con diferencia es el cloro. El cloro en agua es tres veces más efectivo como agente desinfectante contra la Escherichia coli (un organismo muy común en aguas negras y grises) que una concentración equivalente de bromo, y más de seis veces más efectiva que una concentración equivalente de yodo.

### 1- Cloro o Hipoclorito de Sodio

Puede utilizarse si el agua que se desea desinfectar no contiene materia orgánica o contaminantes químicos capaces de formar compuestos que den mal sabor al agua. Este riesgo se reduce al mínimo cuando se efectúa la desinfección ligeramente por encima del punto crítico, a condición de que la dosis de cloro residual a la salida de la instalación no sea demasiado elevada.

La acción del cloro está muy influenciada por el pH, cuando mas elevado es este, mayor es la dosis de cloro residual que debe mantenerse para obtener la misma eficacia, con un mismo tiempo de contacto.

 <p>A- Montura de inyección de cloro B- Filtro /válvula de retención succión de cloro</p>	
Esquema de ubicación del clorinador	Equipo clorinador automatico
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Ventajas	Sistema muy simple y casi automático. En casi todos los países se producen hipocloritos. Las bombas pueden repararse localmente. Económico. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible



Desventajas	Requiere electricidad. Puede producir cambios en gusto y sabor
Costo	Moderado a bajo
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Metodo	Solucion dosada
Recomendaciones	elente opción para pequeñas comunidades y temas de bombeo

## 2- Ozono

Es el mejor desinfectante, de un precio de costo más elevado que el cloro o sus compuestos, pero de una eficacia muy superior, que sobrepasa netamente la fase de desinfección. El ozono tiene un efecto oxidante por adición de un átomo de oxígeno, su acción de ozono lisis le permite actuar sobre los enlaces dobles, fijando la molécula completa de ozono sobre los átomos del doble enlace (proteínas, enzimas, etc.). El conjunto de estas propiedades hace que actúe sobre los virus, los sabores, el color y sobre ciertos micro contaminantes. La dosis de ozono necesaria varía mucho, según la calidad del tratamiento previo. A diferencia del cloro que es muy sensible al pH del agua, este tiene poca influencia sobre la dosis de ozono necesaria para la desinfección. Deben tenerse en cuenta, posibles desarrollos de plancton en las paredes de las tuberías. Este plancton que no encuentra ningún desinfectante residual, tiene el peligro de proliferar y producir malos sabores.

El ozonizador produce ozono a partir del oxígeno del aire, la bomba de recirculación lo absorbe a través del pico Venturi y lo disemina en el agua, el ozono reacciona eliminando microorganismos, al ser un gas inestable pasadas 6 horas los átomos vuelven a su estado de oxígeno, el agua permanece limpia, segura y oxigenada.

		
Esquema ubicación equipo de ozono	Instalación realizada	Ozonizador De Agua, Domiciliario, Limpieza Y DesInfección. \$ 39.800

## Ventajas y desventajas

La importancia principal de los procesos de oxidación para la desinfección es que gran parte del ozono generalmente será consumido por otras sustancias que suelen estar presentes en el agua y habrá que satisfacer esa demanda antes de asegurar la desinfección. Desde el punto de vista de la eficacia biocida, el ozono es el desinfectante más potente que se utiliza en los suministros de agua. Los tiempos de contacto y la concentración para inactivar o matar los agentes patógenos transmitidos por el agua son mucho más bajos que los del cloro libre o cualquier otro desinfectante.

Como desventaja principal, el ozono no proporciona un residual estable, aunque sea un desinfectante primario excelente que logra la destrucción de microorganismos, por lo tanto, habrá que añadir un desinfectante secundario para proporcionar ese residual y proteger el agua de una posible contaminación en el sistema de distribución. Por estas razones y debido a que el costo es relativamente alto, rara vez se emplea el ozono solamente para desinfectar, se usa más bien cuando es necesario mejorar simultáneamente otros aspectos del tratamiento mediante su poder de oxidación. El ozono tiene otras dos limitaciones importantes como desinfectante único: su vida media en el agua generalmente es menos de 30 minutos y además reacciona con sustancias orgánicas para producir derivados de peso molecular inferior, que son más biodegradables que sus precursores. Ello podría resultar en un nuevo crecimiento microbiano en el sistema de distribución porque descompone las sustancias orgánicas y las convierte en formas que los microorganismos, que se encuentran comúnmente en los sistemas de distribución, pueden utilizar como nutrientes. Debido a estas limitaciones, el ozono suele usarse en combinación con otros desinfectantes (desinfectantes secundarios) con residuales más débiles pero más duraderos a fin de impedir el nuevo crecimiento de microorganismos en el sistema de distribución.

Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Ventajas	Excelente desinfectante. En ocasiones mejora la calidad organoléptica del agua tratada.
Desventajas	Sistema complejo para muchas comunidades de países en desarrollo, aún para aquellas de gran porte. Requiere personal capacitado para operación y control. No hay residual. Requiere segura provisión de electricidad
Costo	Alto
Control analítico	Aunque complejos, existen métodos para detección en laboratorio. No existen métodos de campo, y además no es factible hacer un análisis del agua de red, ya que la vida media del O <sub>3</sub> es muy baja


### 3- Filtros

Algunos tipos de filtros de agua pueden eliminar agentes infecciosos de agua potable. Sin embargo, la mayoría de los filtros en el mercado no eliminan eficazmente los virus, lo que hace precisa la desinfección química del agua después de la filtración. Es muy importante elegir bien el tipo de filtro, pues muchos simplemente mejoran el sabor del agua, pero no la purifican en modo alguno. Los filtros más comunes son los de cerámica, los de membrana y los de carbón en bloque. Es fundamental que el poro sea adecuado, siendo los de 1 micrómetro o menos los que aseguran la máxima eliminación posible de microorganismos (no incluidos los virus). Muchos filtros comercializados no llegan a este tamaño y no filtran más que algunos microorganismos.

### 4- La Luz Ultravioleta (UV)

Muchos datos demuestran que la luz UV puede matar diversos microorganismos presentes en el agua, incluidos los virus. El efecto depende de la dosis y tiempo de exposición UV, y requiere de agua clara, porque las partículas en suspensión pueden proteger a los microorganismos contra los rayos UV. No da sabor. La desinfección con radiación ultravioleta se ha venido utilizando ampliamente en los sistemas de abastecimiento de agua de pequeños establecimientos, como hospitales, industrias de alimentos y bebidas y hoteles.

Forma de acción	Destrucción del ADN de los microorganismos
Ventajas	Simple. No requiere del uso de ninguna sustancia química. Corto tiempo de exposición. No hay cambios organolépticos en el agua
Desventajas	Para asegurar la dosis adecuada hay que contar con varios equipos de control. No hay forma de medir la eficacia de la desinfección en forma simple y rápida. Requiere electricidad. No hay residual
Costo	Bajo en sistemas simples y sin demasiada protección. Elevado en los muy protegidos. Intermedio en aquellos con solo lo imprescindible para una buena operación
Control analítico	No hay forma de medir la eficacia de la desinfección, salvo realizar un análisis bacteriológico
Método	Lámpara dentro o fuera del agua

Recomendaciones	Un método muy interesante por lo simple. No solo tiene aplicación y demanda en las grandes ciudades. También es una buena opción para zonas rurales
 <p>AGUA TOPONE 12 Gallons per minute Whole House UV Water Sterilizer System Increase water quality without chemicals</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemical Free</li> <li>• Powerful, Reliable and Efficient</li> <li>• Low cost and energy efficient</li> <li>• Easy Installation and Operation</li> </ul>	<p>Nuevo Purificador De Agua Con Luz Ultravioleta, Esterilizador Uv</p> <p>Precio estimado para un equipo simil domiciliario con un rendimiento de 45 lts por minuto y una vida util de 70 meses.</p> <p>\$ 98.999</p>

### Matriz ponderativa sistemas de potabilización para agua de pozo

ALTERNATIVAS	COSTO INVERSION	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODIFICACION PROPIEDADES DEL AGUA (OLOR, SABOR, ETC)	DESINFECTA	FACIL INSTALACION	MANTENIMIENTO PROFESIONAL	USO DE ENERGIA ELECTRICA	CONTROL VALORES DEL AGUA POR ANALISIS DE LABORATORIO	SUMATORIA
CLORO	9	9	4	10	9	8	5	8	62
OZONO	6	6	8	8	9	8	5	4	54
FILTROS	7	7	8	4	6	8	8	4	52
LUZ ULTRAVIOLETA	6	5	9	8	8	8	5	8	57

Valores de referencia :

1	mas desfavorable
10	mas favorable

- Provisión de energía eléctrica

#### Zonas con distribución de red

Las zonas rurales se caracterizan por la existencia de demandas dispersas alejadas de instalaciones de transporte y de distribución ya existentes.

El modelo de extensión de redes, que consiste en la ampliación de las redes de distribución ya existente de manera que el suministro llegue a un mayor número de clientes, es el más implementado hasta el momento en los procesos de electrificación rural. Esta solución no siempre resulta viable económicamente por lo que se han buscado alternativas para solucionar el problema económico.

Hay que destacar, además, que estas áreas no requieren las mismas características que los entornos urbanos, por lo tanto, las tecnologías que deben aplicarse a las zonas rurales serán adaptadas a sus propias singularidades.

El diseño de conexión a red en zonas urbanas debe cumplir más requisitos que permitan mayor flexibilidad de suministro. Debido a que el valor económico y las molestias de los cortes de energía son altos, se deben garantizar otras opciones rápidas y eficientes para asegurar un suministro alternativo. En las zonas rurales tales condiciones no necesitan ser tan rigurosas lo que permite diseños más simples a costes más bajos. Las redes tienen una carga energética significativamente menor

que en las zonas urbanas que permite elegir entre una amplia variedad en diseños de distribución.

### Sistemas con energías renovables

En la actualidad, para satisfacer mínimos estándares de confort, se observa la utilización de la electricidad en nuevas aplicaciones, o bien el reemplazo de otras formas de energía por electricidad, resultando así un consumo cada vez mayor. Se vislumbran en los hogares mayores consumos, ya sean por el uso de nuevos aparatos, como por la inserción del transporte vehicular eléctrico, y la tendencia creciente a la incorporación de otros servicios basados en las tecnologías de la información. De este modo, progresivamente resultarán más exigentes los requerimientos del suministro eléctrico, exigiendo mayores estándares en calidad, confiabilidad y economía.

Los sistemas eléctricos enfrentan nuevos desafíos para su desarrollo y operación, en vistas a las nuevas características que posee el consumo, así como la generación, entre las que se destacan aquellas originadas por restricciones a la utilización de hidrocarburos, ya sea por falta de disponibilidad de este recurso, como por restricciones vinculadas a criterios ambientales, de sustentabilidad, eficiencia y calidad. La integración segura de las energías renovables es uno de los grandes desafíos para la operación del sistema eléctrico. Esta integración supone grandes retos y una elevada complejidad en el sistema en el territorio nacional debido, entre otras particularidades, a un marcado retraso en el desarrollo de la infraestructura de la red de transporte eléctrico, así como una limitada capacidad en las interconexiones con los países limítrofes. A su vez la transformación en los tipos y características que tendrá el consumo de energía eléctrica, lleva a que los consumidores adopten un rol protagónico en el sector energético

En el desarrollo de las energías renovables se encontró una solución alternativa viable para aumentar el acceso de electricidad especialmente en comunidades remotas y dispersas. Recientemente, el aumento de los precios de combustible ha aumentado el atractivo económico de esta opción tecnológica que está en continuo desarrollo.

Creemos que estamos en un momento en que ya es indispensable la diversificación de la matriz energética y la promoción de diversos equipos de generación, como los paneles solares y los aerogeneradores, entre otras tecnologías que pueden resultar de suma utilidad en los sectores más lejanos y vulnerables.

En materia de energía distribuida, Entre Ríos ya cuenta con un decreto desde febrero de 2017, casi dos años antes que el formalizado por la Nación. Hoy los usuarios pueden instalar su panel fotovoltaico, su energía eólica o biomasa, consumir esa energía e inyectar el excedente a la red hasta 50 kilowatts.

Con respecto a los programas que el Gobierno de Entre Ríos, a través de Enersa y/o la Secretaría de Energía de Entre Ríos llevan adelante en materia de energías renovables, podemos mencionar los siguientes:

- **“Mi Ciudad LED”**, que logró que el 75% de los municipios y las 176 juntas de gobierno de la provincia hoy cuenten con luminarias que permiten un ahorro de más del 50% en su alumbrado, mayor luminosidad y cero contaminaciones.

- **“Mi casa solar”**, que promueve el uso de termo tanques solares, para lo cual Enersa oficia de nexo entre los usuarios y entidades financieras, capacitando a más de 300 instaladores en este nuevo oficio y logrando que hoy haya más de 500 termo tanques instalados en toda la Provincia.
- **“Escuelas rurales termo solares”**. A través de la Responsabilidad Social Empresaria, las escuelas que cuentan con albergue para sus alumnos pueden tener termo tanques solares en sus instalaciones.

La Secretaría de Energía del Ministerio de Hacienda de la Nación, mediante el decreto 286/2018, reglamentó la Ley N° 27.424 de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública. Esta norma permite que, mediante la instalación de Equipos de Generación Distribuida, como paneles solares, los usuarios puedan generar energía eléctrica para el autoconsumo e inyectar los excedentes a la red de distribución, en escala residencial y comercial/industrial. De esta forma, la energía que no sea utilizada, podrá ser inyectada a la red de distribución para ser consumida por otros usuarios. A partir de la aplicación de la ley, los usuarios podrán obtener un ahorro económico en su consumo de energía eléctrica, se contribuirá a la reducción de pérdidas en el sistema eléctrico interconectado, y a la protección ambiental por las menores emisiones de CO2.

La generación distribuida puede ser implementada en hogares residenciales, pymes e industrias, logrando una importante reducción de costos asociados al consumo de energía eléctrica

#### 1- Energía solar fotovoltaica

Entre las diferentes alternativas tecnológicas para la electrificación rural, la solar fotovoltaica es la más utilizada ya que puede ser aplicada tanto en servicios domésticos como en servicios comunitarios. Un sistema fotovoltaico aislado o autónomo se trata de un sistema auto abastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria para cubrir la demanda y para el suministro de la propia instalación. En general, consta de unos paneles fotovoltaicos, fabricados con materiales semiconductores, normalmente silicio, que convierten directamente la energía solar en electricidad, un acumulador para poder almacenar el excedente de energía generada y utilizarla cuando sea necesaria y un regulador que controla el buen funcionamiento del acumulador. Además, normalmente, se incorpora un inversor que transforme la corriente continua en alterna. el inversor - que convierte de corriente continua a alterna y realiza de forma automática la conexión en paralelo con la red.

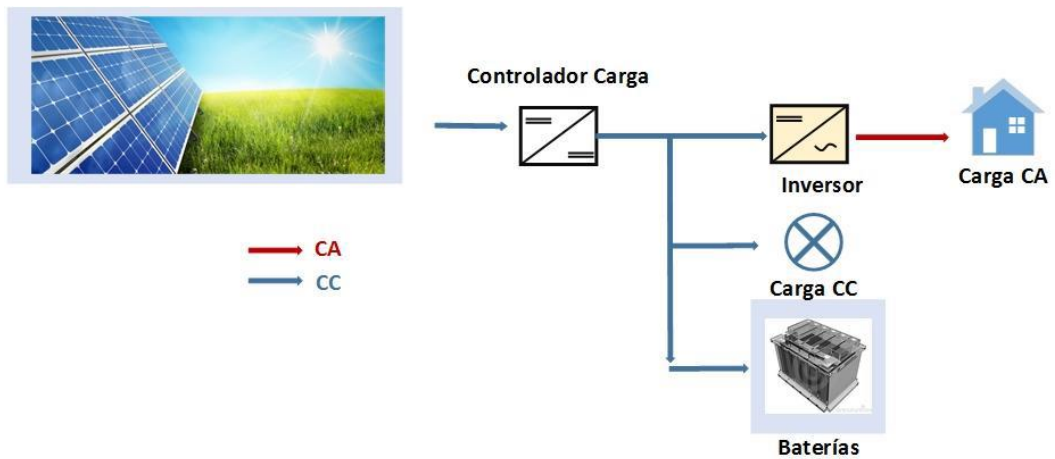
Esta tecnología aprovecha la radiación solar, que es una fuente renovable ilimitada y presente en la mayoría de los lugares del mundo, además es respetuosa con el medio ambiente. Las instalaciones fotovoltaicas son fáciles de instalar, mantener y ampliar en el supuesto que la demanda se incrementase.

Cuando hay sol, los paneles comienzan a entregar energía; el conversor pasa esa energía de corriente continua a corriente alterna, y se entra en paralelo con la red. Para medir la cantidad de energía que se entrega, se puede usar un medidor inteligente online, y así se puede ver en tiempo real, lo que está generando el sistema; con parámetros tales como energía, potencia y cantidad de dióxido de carbono no emitido por ser energía limpia, entre otros. Este sistema podría integrar los

denominados proyectos de micro-red, que promueven montar generadores distribuidos de fuente renovables y funcionar en conjunto con la red de distribución.

Para mantener los niveles de consumo eléctrico actuales, se requiere tener un sistema de respaldo:

- Sistema de almacenamiento, como baterías, para guardar la energía cuando hay sol y usarla cuando no hay sol.
- Sistemas de respaldo: conectado al sistema eléctrico convencional de la ciudad.



Esquema básico de funcionamiento de la energía fotovoltaica

### Ventajas

Alternativa energética, reduce la dependencia de energía de combustibles fósiles
Diversidad de aplicaciones , puede usarse para generar electricidad o calor
Aprovechamiento de espacio urbano (techos y cubiertas)
Bajo costo de mantenimiento
Aprovechamiento de regiones desérticas
Baja emisión de gases invernaderos
Disponibilidad a nivel mundial
Acceso a la electricidad en sitios sin red eléctrica

## Desventajas

Dependencia del clima
Variabilidad de la luz solar, de las diferentes regiones y de la época del año
Sitios de producción ideal, como los desiertos, se encuentran muy alejados de los grandes centros poblados
Disposición y reciclaje de los materiales tóxicos usados para la fabricación de paneles
Trasmisión de la luz afectada por la contaminación del aire
Depende de sistemas de respaldo

## 2- Energía eólica

El principio de funcionamiento de la tecnología eólica se fundamenta en la transformación de la energía cinética del viento en energía mecánica, y ésta en energía eléctrica mediante un generador situado en el interior del aerogenerador. Esta tecnología está limitada a lugares donde las condiciones del viento sean aptas para el correcto funcionamiento y, debido al continuo movimiento de sus componentes, tiende a tener altos costes de mantenimiento. Pese a esto, en áreas con buen recurso eólico, el coste por unidad de energía producida es menor que la energía solar.

Las ventajas principales son que el viento es un recurso inagotable, no produce gases contaminantes para el medio ambiente y la alta tecnología con la que están construidas las turbinas las hace muy fiables. Como aspectos negativos cabe destacar que el viento no es un recurso constante, que la instalación masiva de torres de generación eólica ocupa grandes áreas y genera contaminación visual y que, como la mayoría de renovables, los usos de medios de almacenamiento elevan su coste.

En parte, la energía eólica es una gran forma de producir energía eléctrica en localizaciones ventosas.

Al instalar una turbina convencional en casas, es necesario que tengamos en cuenta que se requiere de estar ubicados en un lugar con buen recurso de viento y sobre todo tener suficiente terreno, para protegerse del ruido ya que, aunque no es muy fuerte el ruido, a algunas personas les llegará a molestar. Para esta solución las turbinas eólicas son una excelente solución para lugares aislados.

Hoy en día, la tecnología ha hecho posible la integración de la energía eólica en pequeña escala con las casas, aprovechando las fachadas para poder instalar un sistema innovador de turbinas para el aprovechamiento del viento y generar electricidad para autoconsumo. Se ha podido diseñar un aerogenerador de tipo mini eólico de sencilla instalación, construido con materiales económicos, capaz de generar 100wattios. Gracias a su diseño modular se pueden interconectar entre sí, aumentando considerablemente la potencia, por lo que con tan solo quince de ellos se podría cubrir el gasto energético de una casa.

La cantidad de viento en una ubicación es crítica para determinar la cantidad de energía que la turbina producirá. En general, los lugares elevados y las zonas costeras suelen ser lugares propicios para los vientos frecuentes. Si hay suficiente viento puede producirse mucha energía. Generalmente estos equipos vienen para utilizar






con baterías, pero si contamos con un inversor On Grid compatibles con los voltajes del aerogenerador, la energía generada que no utilizemos la podemos inyectar a la red, y con el sistema de baterías, también podremos acumularla para los momentos en que la energía de red, usada como respaldo, se corte, o para cuando las condiciones de viento no sean suficientes para activar el generador.

### Ventajas

Fuente de energía alternativa, renovable y no contaminante
Aplicable a baja y gran escala, en grandes ciudades o por iniciativa individual
Interés económico, es la forma de energía alternativa más barata, comparado con la energía solar e hidroeléctrica
Accesible en sitios apartados con instalaciones lejos de poblados urbanos
Desarrollo tecnológico asociado
Bajo mantenimiento

### Desventajas

Impacto ambiental, las turbinas matan aves, murciélagos e insectos
Impredecibilidad del clima
Extensiones de tierras enormes
Daños en el sistema por condiciones climáticas extremas
Requiere sistemas de almacenamiento
Ruidos molestos
Desagradable a la vista
Accidentes, las turbinas deben instalarse por arriba de los 9 metros, lo que representa un peligro potencial ante eventuales caídas.

	<div data-bbox="1034 1653 1337 1928"> <p>Nuevo</p> <p><b>Aerogenerador Generador Eolico 1100w</b> <span style="float: right;">❤️</span></p> <p><b>\$ 325.955</b></p> <p> <b>Pagá en 6 cuotas sin interés</b> Con tu VISA terminada en 5520 <a href="#">Más información</a></p> <p> <b>Entrega a acordar con el vendedor</b> San Martín, Buenos Aires <a href="#">Ver costos de envío</a></p> </div>
Aerogenerador domiciliario	Precio de mercado

	<p>Nuevo</p> <p>Kit Híbrido Solar Y Eólico <span style="float: right;">♥</span></p> <p>5kva 2200w48v. Pampa Renovable</p> <p>\$ 782.948</p> <p><input type="checkbox"/> Pago a acordar con el vendedor</p> <p><input type="checkbox"/> Envío gratis a todo el país Coronel Suarez, Buenos Aires <a href="#">Ver costos de envío</a></p>
Kits híbridos para instalar	Precio de mercado

### 3- Energía de la biomasa

La biomasa es la energía renovable más utilizada, representando un 13% de la energía consumida a nivel mundial en 2009. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, la biomasa asciende al 35% del consumo de energía suponiendo más del 90% de la energía consumida por los hogares. Esto explica por qué la biomasa se percibe muchas veces como un combustible del pasado, aunque sea una alternativa renovable que, mediante los desarrollos tecnológicos modernos, presenta gran potencialidad para cubrir las necesidades energéticas tanto de países desarrollados como de países en vías de desarrollo.

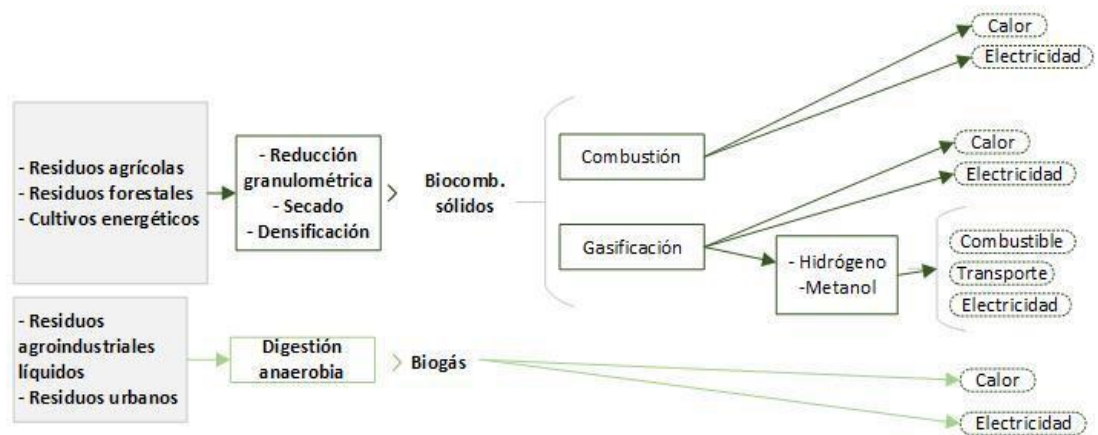
La razón principal que conduce al hecho de que el uso tradicional de la biomasa sea la forma más extendida de generar energía es que se trata del combustible más accesible con unos costes económicos inferiores a los que presentan las demás tecnologías. En todas las comunidades existe una gran variedad de fuentes de biomasa como los residuos forestales naturales, los residuos forestales industriales, los residuos agrícolas, los residuos ganaderos, urbanos o industriales y los cultivos energéticos, que son plantaciones de especies específicamente dedicadas a la obtención de energías.

Actualmente, existen desarrollos tecnológicos accesibles y asequibles que permiten un aprovechamiento eficiente de la biomasa a pequeña escala, tanto para la obtención de energía térmica para el cocinado y la calefacción, como para la generación de electricidad a través de biogás, o para la provisión de biocombustibles líquidos para la utilización en motores agrícolas, para su uso en el transporte y para la generación de electricidad. Igualmente, la generación de electricidad a través de la biomasa sigue siendo a gran escala, a nivel domiciliario esta más desarrollada para el uso de calefacción, por ejemplo, en calderas. Las calderas de biomasa no sólo son una energía limpia, que procede de fuentes renovables por lo que constituyen una opción alternativa a las energías renovables más populares, como la solar o eólica. Además, supone un ahorro económico significativo, si bien requiere una inversión inicial que se acaba rentabilizando a medio plazo.

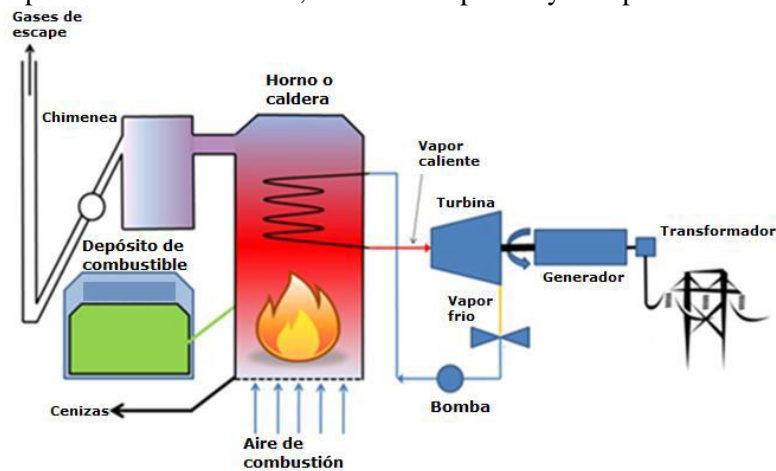
No cabe duda de que la biomasa puede definirse como un recurso renovable, entendiendo como tal una fuente de combustión inagotable, pero esta afirmación tiene sus excepciones. Lo será si se produce en el lugar o en las inmediaciones de los puntos de consumo y se renueva a la misma velocidad que se consume, es decir, siempre y cuando se obtenga el pellet de forma sostenible y controlada.

Estamos hablando, entonces, de una fuente renovable respetuosa con el entorno, que además no produce gases de efecto invernadero porque el CO<sub>2</sub> se compensa con el que se absorbió durante la vida de la planta. Así, el equilibrio se obtendría gracias a esta compensación, al tiempo que sería una alternativa al consumo de combustibles fósiles.

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios que tratan de convertir la materia prima en otras formas más adecuadas de para su transporte y utilización.



Esquema de los procesos de conversión, las materias primas y las aplicaciones finales.



### Central de combustión de biomasa

Estudios de INTA demuestran que Entre Ríos tiene un gran potencial bioenergético en base al volumen y la variedad de fuentes de biomasa seca y húmeda con que cuenta. Adicionalmente, establece una base sólida para avanzar en estrategias bioenergéticas consistentes y precisas a nivel provincial y promover la viabilidad de proyectos que utilicen energía derivada de biomasa.

La oferta directa provincial accesible, física y legalmente, se estimó en 1.380.873 toneladas por año (t/año), conformada por: forestaciones (55,47%), cultivos de cítricos (40,28%), bosques nativos (3,70%), arándano y nuez pecán (0,55%).

La oferta indirecta estimada fue de 223.681 t/año, compuesta por: industria forestal (51,60%), procesadoras de nuez pecán (48,33%) y procesadoras de jugo (0,07%).

En cuanto a la demanda de biomasa con fines energéticos, fue estimada en 190.659 t/año entre los sectores consumidores considerados: los hogares (83,4%), los hornos ladrilleros (13,8%) y las calderas de industrias cítricas (2,8%).

## Ventajas

Permite eliminar residuos orgánicos e inorgánicos al tiempo que les da una utilidad
Energía renovable y no contaminante
Disminución de las emisiones de CO2
No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni partículas solidas
Al utilizar residuos de otra actividades, se traduce en reciclaje y disminución de residuos.
Introducción de cultivos de valor rotacional frente a monocultivos cerealistas
Aumento económico en el medio rural
Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles

## Desventajas

La incineración puede resultar peligrosa, al producir la emisión de sustancias toxicas. Se deben usar filtros y realizar la combustión a más de 900°
No existen muchos lugares idóneos para su aprovechamiento ventajoso

## Matriz ponderativa entre sistemas de provisión de energía eléctrica

	DISPONIBILIDAD DEL SUMINISTRO	COSTO DE INVERSION	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ACEPTACION SOCIAL	EMISIONES DE CO2	OCUPACION DEL SUELO	IMPACTO VISUAL	RUIDO	SUMATORIA
FOTOVOLTAICA	9	5	8	9	6	5	3	10	55
EOLICA	7	1	6	4	9	2	1	2	32
BIOMASA	8	7	8	2	7	2	6	6	46

Valores de referencia:	1	desfavorable
	10	favorable

# DESARROLLO

La finalidad del presente análisis sería tratar de definir o aspirar a generar un edificio escolar sustentable, a sabiendas de que *"No existe una definición de Escuela Sustentable, ya que no se trata de hacer una escuela nueva completamente diferente de la anterior o a las demás de su localidad, si no de modificar poco a poco, y de la forma más sencilla, ciertos aspectos de todas las escuelas para enfocar la enseñanza hacia el desarrollo sustentable"*.

Lo que sí se podemos ofrecer son pautas a seguir para conseguir este objetivo. Por lo tanto, podemos decir que una Escuela Sustentable sería:

- Un lugar donde se reciclan, se reutilizan y reducen los materiales utilizados.
- Un lugar donde se ahorra energía y agua.
- Un lugar donde se consume de forma consciente y sana.
- Un lugar creado para y por los propios alumnos, donde van a disfrutar de aprender.

Finalmente podemos llegar a la conclusión de que los mayores desafíos que debemos tratar en los establecimientos escolares son los siguientes:

- **Falta de conexión a la red de agua:**

Es general en los establecimientos educativos rurales con poco alumnos (entre 7 y 9) y personal único, vemos que el sistema de provisión de agua potable es mediante una perforación donde colocan una bomba y alimentan un tanque colocado en el mismo edificio o sobre una torre, actualmente se han presentado muchas demandas por problemas con la calidad del agua, debido a las malas condiciones de las napas (por lo general son pozos antiguos que están colocados en la napa freática, o en la siguiente y las cuales se encuentran contaminadas) ya que la mismas presentan saturación de coliformes debido a la gran cantidad de pozos absorbentes que soportan, o presencia de agroquímicos por las fumigaciones realizadas en campos vecinos, lo que atenta contra la salud de los niños, que presentan cuadros gastrointestinales cada vez con más frecuencia. Frente a esta situación se deberá dar algún tipo de tratamiento al agua obtenida del pozo a fin de poder evitar estas condiciones de insalubridad.

- **Falta de conexión a la Red Cloacal – Tratamiento de los efluentes:**

La falta de conexión a la red cloacal, (en la mayoría de los casos por inexistencia de la misma) tiende a solucionarse con la construcción de pozos negros. Perforaciones en el área de las escuelas verifican que hay bacterias en el efluente, lo que significa contaminación de aguas residuales en el suelo. Este tipo de contaminación se considera un riesgo a la salud de los estudiantes que asisten a la escuela cada día. También hay que considerar que cuando estos pozos colapsan, las escuelas, por lo general a través de sus Cooperadoras, deben contratar servicios privados de "desagote", que son onerosos y una carga innecesaria a la administración escolar (todo ello sin profundizar en el hecho de que por lo general se desconoce cuál es el destino final de la carga de estos camiones tanque de desagote privados). Si no se repara este sistema, es muy posible que haya una falla total en el futuro. Es obvio que para resolver estos problemas hace falta una "fuerte" inversión inicial. (Fuerte únicamente si no se consideran los beneficios inmediatos y solo tenemos en cuenta el monto que sería inalcanzable en caso de ser solventado por las pequeñas cooperadoras).

Es muy importante medir el nivel freático al diseñar un sistema para tratamiento de aguas residuales y diseñar el sistema apropiado. También datos sobre el tipo de suelo se utilizan para clasificarlo. Se tomaron Las muestras del suelo en distintos lugares: cerca del sistema actual, y alrededor de la calle. El nivel freático en el sitio de la escuela fue medida a una profundidad de 4,3 metros. El suelo, en general, se ha clasificado como arenoso. El suelo arenoso es ideal para el tratamiento de las aguas residuales del sitio porque la arena actúa como filtro, así que es fácil quitar los componentes dañinos de las aguas residuales. La profundidad de 4,3 metros es para que los contaminantes no alcancen el agua subterránea. Si el nuevo sistema se instalara según la especificación, no habría riesgo de contaminación del agua subterránea.

- **Deficiente Provisión del servicio de energía eléctrica en Escuelas:**

Si bien los establecimientos cuentan con servicio de energía eléctrica brindado en su mayoría por cooperativas rurales, por lo general el servicio es deficiente, presentando cortes intermitentes y un elevado costo del servicio, ante esta situación, la idea es mejorar las condiciones de las escuelas rurales ante la falta de un servicio eficiente de provisión de energía eléctrica, y además no se descarta la posible utilización del sistema de energía solar en escuelas urbanas con el objetivo de reducir los consumos y buscar una concientización tanto en padres/docentes y futuras generaciones (hoy alumnos).

Luego de haber analizado todas las opciones para dar solución a las problemáticas actuales, y habiendo generado las matrices de ponderación de cada uno de los tratamientos posibles para dar respuesta a los problemas planteados, se puede afirmar que con poca inversión y tecnología adecuada podríamos dar respuesta a las falencias más significativas detectadas en los establecimientos.



Tal vez en un primer momento parezcan soluciones por demás simples, pero creo que a veces, como solemos decir en arquitectura, “menos es más” y no es necesario incurrir en grandes tecnologías, inversiones y sistemas por demás costosos o imposibles de mantener en el tiempo para obtener lo que estamos buscando.

Hay que tener en cuenta también que, al ser los primeros acercamientos de los actores de la escuela con prácticas sustentables, lo ideal es ir brindándole opciones que puedan mantener con facilidad y aun así ver los resultados obtenidos. El otro tema a tener en cuenta es que estamos buscando cambios en las políticas públicas de diseño frente a la problemática, dicho esto, creo que resulta más conveniente y factible de aplicar, proponer cambios sencillos, de fácil aplicación y de costos similares, teniendo en cuenta que luego en las licitaciones públicas se deciden realizar frente a otras tareas igual de necesarias, por lo que resultaría irrisorio pensar en la posibilidad de que el Estado pueda cambiar por ejemplo en un establecimiento rural, donde asisten 5 alumnos y el docente, el pozo absorbente por una planta compacta de tratamientos de efluentes y un lecho de infiltración. Pero no es difícil de imaginar, plantear el reemplazo del sistema obsoleto por un biodigestor, donde el docente pueda reaprovechar el agua tratada para, por ejemplo, riego de las áreas verdes del establecimiento, o de las huertas.

Ante esto, considero que las mejores opciones para tratar los problemas expuestos anteriormente, serian:

- **Falta de conexión a la red de agua:**

No podemos plantear en este apartado otra opción que no sea la captación de agua por medio de perforaciones, la mayoría de las escuelas rurales son establecimientos existentes de larga data, donde el servicio de red de agua no llega ni llegará, podríamos decir que ni siquiera en el largo plazo. Tampoco podemos pensar ni remotamente en la opción de planta compacta de potabilización de agua, por lo que luego del análisis creo más que conveniente la opción de tratamiento del agua mediante algún filtro o sistema puntual, que podamos colocar en la torre tanque, ubicadas en su mayoría contiguas al edificio escolar. Debemos buscar sistemas eficientes, de fácil mantenimiento y de bajo costo de operación, por lo que la opción de colocar un clorinador fue la más acertada.

	
<p>Esc N° 39 “Gervasio Artigas” Colonia Sesteada</p>	<p>Vista de la torre tanque</p>

En el año 2019 se realizaron pruebas de la calidad del agua provista por el pozo existente en diferentes establecimientos, y las mismas resultaron no admisibles para consumo debido a la presencia de bacterias. Bajo el “Programa 37” del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, se contempla la instalación del sistema completo para la bomba sumergible, incluyendo el tablero para la electrobomba de elevación de agua monofásico y la línea subterránea desde la electrobomba sumergida hasta el tablero. También contempla la colocación de una bomba dosificadora de cloro con su nicho de contención.




Se optó también por este sistema ya que la opción más eficaz recomendada por la OMS (organización mundial de la salud) es la desinfección por hipoclorito de sodio (cloro). Es un sistema fácil de operar, como veremos más adelante, pero básicamente solo se debe aplicar una carga de cloro una vez por semana y el clorador se encargará de dosificar de forma precisa y exacta.

La ventaja de contar con un dosificador automático es que la dosificación será justa, brindando seguridad microbiológica, pero sin exceso de cloro, lo que también representa un cuidado para la salud de los niños del establecimiento.

La instalación es sencilla, solo se debe colocar una “T” en la línea de agua de entrada al tanque y contar con un toma corriente de 220 V. El equipo es apto para la intemperie, pudiendo ser colocado por personal con mínimos conocimientos de plomería, sin necesidad de contar con personal altamente capacitado. El equipo no necesita mantenimiento, y es de origen nacional, lo que asegura una provisión continua de repuestos y respaldo técnico.

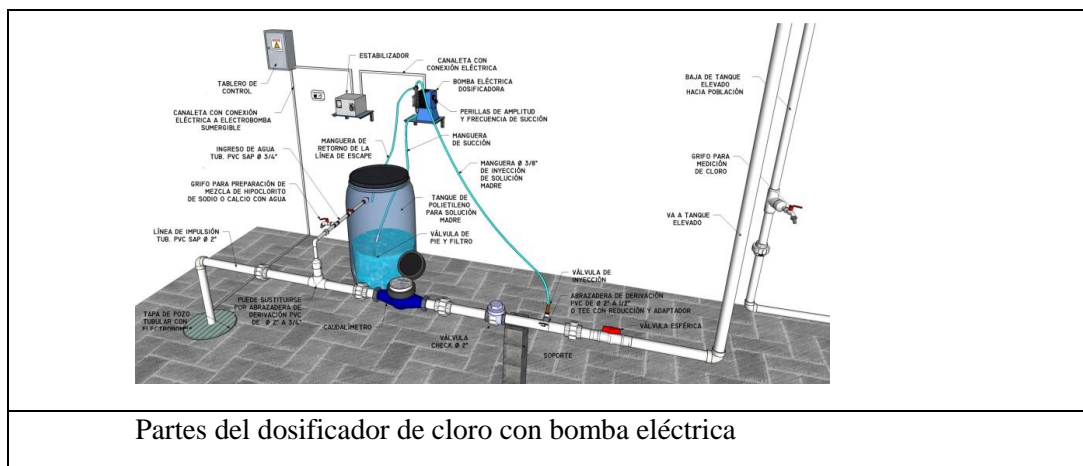


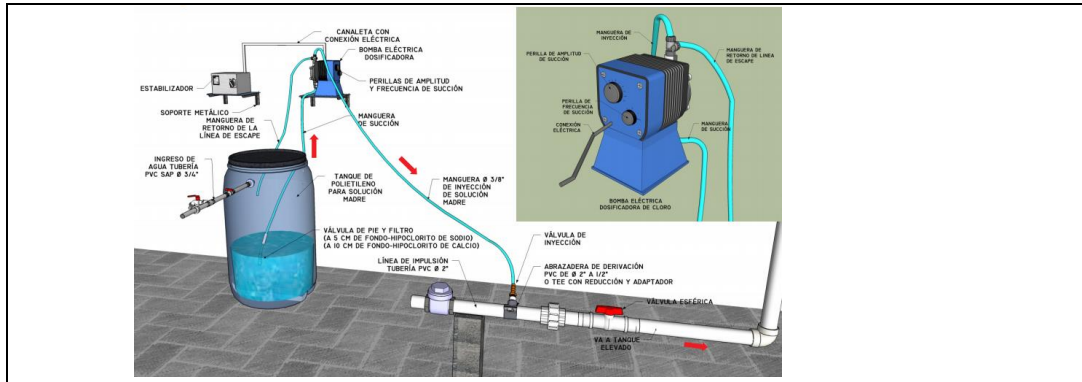
Dosifica cloro en la cantidad exacta para eliminar la contaminación microbiológica (Hongos, bacterias y virus) en toda la instalación de agua y mantiene su efecto durante el almacenado del agua en el tanque. Es indicado para agua de pozo, no tratada o insegura.

		
Torre tanque	Esc. N° 19 “Leopoldo Herrera” - Caseros.	Inst. eléctrica del establecimiento.

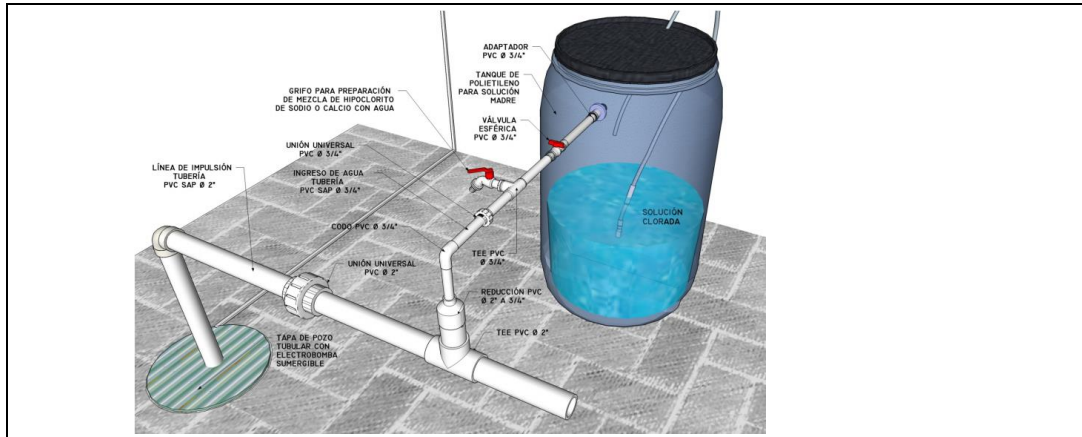
### Partes de un dosificador de cloro con bomba eléctrica

- **Bomba eléctrica dosificadora:** Es un equipo accionado por bombas de diafragma o pistón que succionan la solución clorada del tanque que lo contiene e inyecta esta solución mediante pulsaciones en la línea de impulsión del sistema de agua potable. Permite la regulación del caudal de dosificación de cloro en función a la dosis de cloro que demanda el caudal de bombeo del sistema de agua potable que ingresa al reservorio. En este tipo de bomba, la regulación se realiza utilizando las perillas de frecuencia y amplitud de succión, respectivamente. Comprende la bomba eléctrica y sus accesorios: manguera con una válvula de pie en la succión; un accesorio multifunción, al cual se conectan la manguera de purga y la manguera (tubillo) de inyección. Esta última constituye la conexión de salida de dosificación de cloro.
- **Tanque de polietileno para la solución:** Puede ser de volúmenes de 200 a 250 L, ubicado generalmente por debajo del nivel de la bomba.
- **Conexión de ingreso de agua**

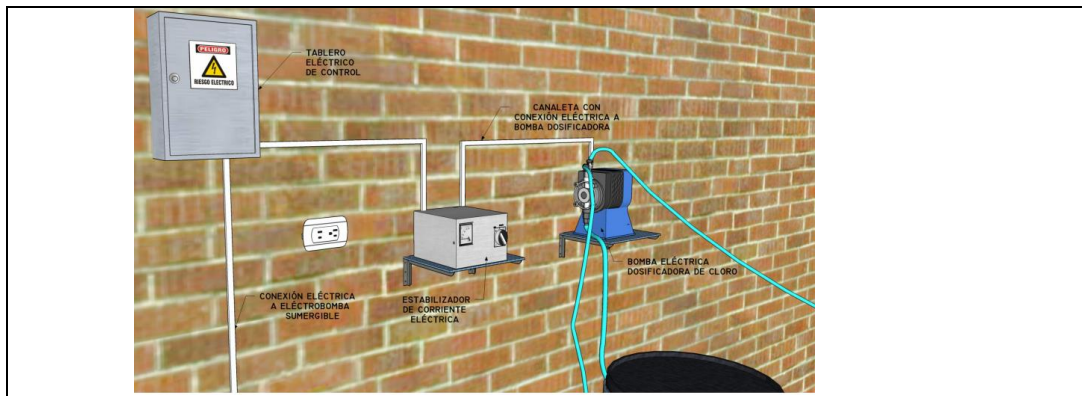




Conexión entre el tanque de solución madre, bomba eléctrica dosificadora y línea de impulsión



Instalación de la tubería de abastecimiento de agua al tanque de solución madre



Conexión entre bomba eléctrica dosificadora y tablero eléctrico

-Medición del caudal de agua a clorar

Calcular o determinar el caudal de ingreso o caudal de impulsión o bombeo al reservorio en L/s, haciendo funcionar la bomba o electrobomba de impulsión de agua y tomar lectura del caudal en el medidor de caudales. De no tener un medidor de caudales, medir el caudal de ingreso al reservorio utilizando un balde graduado de 10

o 20 L (el que mejor se adapte). Realizar las mediciones (mínimo tres) y calcular el tiempo promedio en segundos.

Para preparación de la solución clorada o solución madre, solo se requiere conocer las cantidades de hipoclorito de sodio y agua, y mezclarlas para obtener la solución madre. Luego, hacer funcionar la bomba dosificadora de cloro a fin de verificar o regular el caudal de dosificación o inyección de solución clorada para el caudal de ingreso al reservorio.

Durante la recarga de hipoclorito de sodio, medir en forma permanente el caudal de ingreso o caudal de impulsión o bombeo al reservorio, para realizar los ajustes de la cantidad de hipoclorito de sodio y relacionar con el caudal de dosificación o inyección de solución clorada, logrando una dosificación adecuada.

Revisar y limpiar el tanque de polietileno por lo menos una vez por mes o cuando se observe presencia de residuos sólidos en el fondo. Desmontar las uniones universales de las conexiones de entrada de agua. Trasladar el tanque hacia un lugar adecuado para la limpieza. Realizada la limpieza, conectar las uniones universales y demás accesorios para regresar al estado inicial y puesta en funcionamiento.

Dispositivos	Procedimientos	Frecuencia
Tanque de solución madre	Comprobar que no haya solución de cloro, verificar que no haya obstrucción y cuando se termine la mezcla, reponer.	Mensual y/o en cada recarga de solución.
Bomba dosificadora de cloro	Leer el manual para los mantenimientos sugeridos por el proveedor.	Permanente
Reservorio	Vaciar el sistema, limpiar y eliminar desechos.	Semestral como mínimo.

#### Clorinadores en el mercado

	<p>ACCESORIOS INCLUIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de inyección anti-retorno</li> <li>• Válvula de paso con filtro</li> <li>• Manguera de aspiración</li> <li>• Manguera de purga</li> <li>• Manguera de expulsión</li> <li>• Tornillos y tapanos para conexión a pared</li> <li>• Manual de instalación y mantenimiento</li> </ul> <p>INSTALACION EN PARED O SOBRE TANQUE</p> 		<p>Nuevo   30 vendidos</p> <p><b>Bomba Dosificadora De Cloro Acquatron Modelo F1-ma 1,5lts/h</b></p> <p>★★★★★ 1 opinion</p> <p>\$ 13.693</p>
Vista equipo	Accesorios	Marca comercial	Precio

- **Falta de conexión a la Red Cloacal – Tratamiento de los efluentes:**

Todos los establecimientos educativos de la provincia que no cuentan con servicio de cloacas poseen pozos absorbentes, incluso para obras nuevas, la provincia cuenta con planos tipo de Pozos y de Camaras Septicas. Desde este trabajo, proponemos el reemplazo de los mismo por biodigestores, debido a la gran cantidad de ventajas que presentan frente a los pozos, evitando así seguir colapsando las napas y contaminando la tierra.

El biodigestor es un contenedor o tanque cerrado, hermetico e impermeable, al cual llegan las aguas residuales o domesticas para que se descompongan, disminuyendo así sus efectos negativos en el ambiente.

Elimina la contaminacion quimica y bacteriologica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna, de esta manera el agua puede ser vertida al ambiente. Como residuo se produce cierta cantidad de abono organico que puede aplicarse en huertas o jardines.

Para reducir la presencias de contaminantes, el biodigestor degrada la materia organica presente en las aguas residuales mediante la digestion anaerobica. En este proceso ciertos microorganismos que generalmente son bacterias, en ausencia de oxigeno, descomponene la materia organica biodegradable.

Mediante el proceso se consigue:

- Reducir el contenido de materia organica de las aguas residuales
- Reducir su contenido en nutrientes
- Eliminar patogenos y parasitos
- Evitar malos olores y proliferacion de moscas
- El lodo resultante se puede utilizar como abono de plantas no comestibles
- Es un sistema muy facil de instalar
- Tiene un fucionamiento sencillo sin gastos de operación
- Facil limpieza, facil mantenimiento y una vida de util de a menso 35 años.

Componenetes de la instalacion

1- Biodigestor: en el contenedor o tanque se diferencian el tubo de entrada de agua, los tubos de salida de aguas y salida de lodos y filtros de aros de plastico (tipo PET)

2- Caja de registro: es util para evitar que los desechos solidos que se cuelen por las tuberias lleguen al biodigestor. Estos residuos se separaran del flujo de agua al no pasar por la caja. Se deberan retirar cada cierto tiempo para evitar obstrucciones.

3- Caja de lodos: esta ubicada antes de la entrada al biodigestor y de acuerdo a la posicion de la valvula de extraccion de lodos.

4- Pozo de absorción: el agua que sale del biodigestor ya tratada no se vierte directamente al medio, sino que se almacena en un pozo de absorción donde se ira filtrando de forma natural en el suelo el resto de partículas que hayan podido quedar en el agua. Este pozo no es mas que una excavación cilíndrica que debe quedar a una distancia mínima de 1.20 mts de la napa freática, en el fondo del pozo contiene piedra partida, canto rodado y arena que funcionaran como filtros.

5- Tuberías de conexión: tienen como función unir todo el sistema



### Funcionamiento

1- El agua residual es dirigida por el tubo de entrada y se dirige a la parte inferior del tanque.

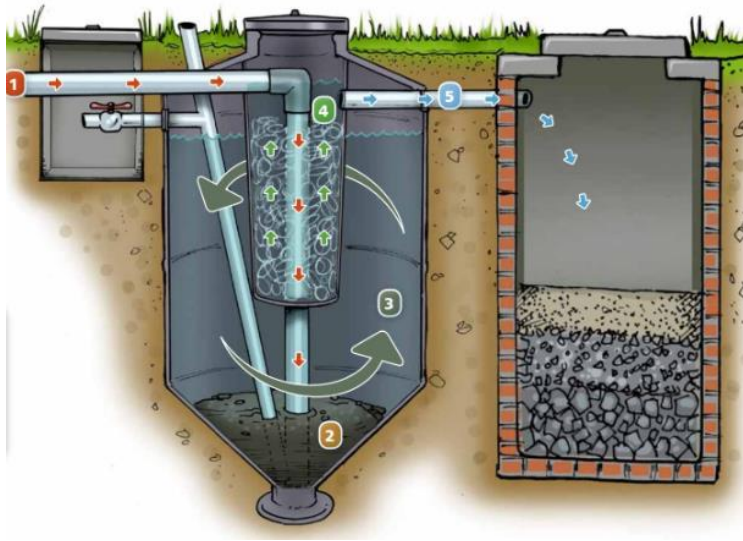
2- Los materiales transportados por el agua tienden a depositarse y acumularse en el fondo del tanque formando una acumulación de lodos, donde se produce la principal digestión anaeróbica.

3- Las grasas transportadas por el agua tienden a flotar subiendo a la superficie y acumulándose alrededor del filtro, donde las bacterias las descomponen, transformándolas en gas, líquido o lodo espeso que desciende al fondo, el líquido con residuos asciende hacia los orificios laterales en la parte inferior del filtro y recorre este hacia el tubo de salida.

4- Dentro del filtro, las bacterias fijadas en los aros de plástico PET completan el tratamiento y filtrado del agua, reteniendo gran parte de los sólidos ligeros que llegan arrastrados por esta.

5- El efluente saldrá por el tubo de salida hacia el pozo de absorción, lecho o humedal artificial.

Con el paso del tiempo se acumulan cada vez más sólidos en el fondo del tanque, y la cantidad de bacterias anaeróbicas se multiplica, acelerando el proceso de descomposición de contaminantes.



### Extracción de lodos

La continua entrada de material orgánico aumenta la cantidad de lodos en el fondo del tanque, por lo que es necesario sacarlo para evitar que se reduzca el espacio disponible para la circulación del agua. Esta limpieza se recomienda hacerla en épocas secas o en verano, entre 12 y 24 meses.

La primera extracción se hace a los 12 meses del inicio de utilización. Según la cantidad de lodos acumulados se podrá estimar la próxima extracción.

Se recomienda limpiar el filtro donde están las bacterias (aros plásticos) después de alguna obstrucción en el vaciado, y cada 3 o 4 extracciones de lodos, levantando la tapa y agregando agua con una manguera hasta el nivel de salida del agua.

El lodo una vez seco, se extrae en forma de ceniza gris y oscura, y puede usarse como abono o fertilizante de plantas no comestibles. Es aconsejable dejarlo secar en la cámara de lodos o en algún lugar soleado.

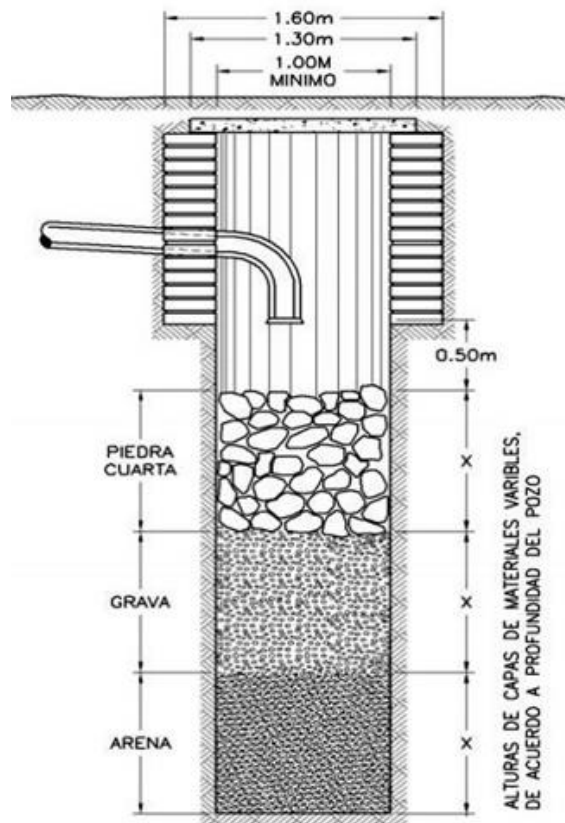
Para el correcto funcionamiento del biodigestor hay que tener en cuenta ciertas consideraciones:

- No se debe tirar en el inodoro toallas sanitarias, papel ni otros sólidos, y se deben evitar restos de comida que puedan obstruir los conductos.
- Consumo racional de detergentes, evitando el uso de productos químicos agresivos.
- No usar soda caustica o cloro, ya que afectan la proliferación de bacterias anaeróbicas responsables de la biodigestión.
- No se debe destapar el biodigestor.
- No debe haber agua en la caja de lodos.

Este resulta el tratamiento primario de los efluentes, como tratamiento secundario proponemos que, si las dimensiones del terreno lo permiten, sería conveniente contar con un lecho de infiltración que vaya distribuyendo el agua tratada gradualmente en el terreno absorbente lindante al establecimiento. En este tratamiento hay que tener

especial cuidado en los árboles o la vegetación circundante al lecho, ya que las raíces pueden dañar los caños en busca de agua.

En el caso de que el terreno no sea demasiado amplio, lo más recomendable es un pozo de infiltración, excavado en la cercanía del biodigestor, con capas de diferente granulometría de piedras y arena, los que actuarán como filtro, y devolverán el agua ya limpia para que vuelva a incorporarse a las napas. Este tratamiento puede utilizarse cuando la napa se encuentre a por lo menos 7 metros de profundidad o más, ya que el pozo debe tener como máximo 5 metros y la napa no puede estar a menos de 2 metros por debajo del pozo. Si no se dan estas medidas, previo estudio mediante perforaciones, se deberá pensar en otros métodos como los lechos o cámaras de infiltración, o los humedales.



En cuanto a la implementación de humedales hay que tener en cuenta el tipo a implementar, en este caso de edificios escolares, el método óptimo sería el HAFSS (Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial), ya que la circulación del agua se realiza a través de un medio granular, lo que lo convierte en un método mucho más seguro, el agua, se encuentra contenida por la grava y la arena, con una profundidad bastante menor, ya que depende del tamaño y alcance de las raíces de las plantas. La vegetación se planta en este medio granular y el agua está en contacto con los rizomas y raíces de las plantas. La vegetación transfiere una pequeña cantidad de oxígeno al área de raíz para que las bacterias aeróbicas puedan colonizar el área y degradar los orgánicos.

La implementación de un humedal HAFS (Humedal Artificial de Flujo Superficial) no resulta muy recomendable, ya que, si bien es un tratamiento más estético, ornamental y muy fácil de mantener, no pareciera ser un método por demás seguro ante la presencia de niños. Aun teniendo en cuenta que los espejos de agua no

resultan de gran superficie, al haber niños de diferentes edades, incluso de nivel inicial, es mejor evitar este tipo de tratamiento, lo que resultaría más seguro para todos los integrantes del establecimiento.

### **Deficiente Provisión del servicio de energía eléctrica en Escuelas:**

Actualmente, en nuestro país nos encontramos ante un sistema avanzado de desarrollo, instalación y aprovechamiento en cuanto a la energía solar se refiere.

Este sería un primer paso muy importante con el cual podemos colaborar en la salud de nuestro planeta al adaptar un sistema fotovoltaico a las escuelas de nuestra provincia. Llevarlo a cabo involucrará a la familia escolar y el efecto en su formación ecológica será para toda la vida y alcanzará a los familiares cercanos, incluso, porque no, a la población toda, más cuando se trata de una escuela rural.

Los horarios escolares colaboran enormemente a que las necesidades de iluminación en las escuelas sean menores a las que puede llegar otros edificios públicos, más que nada por los horarios en que funcionan, es necesario la adaptación de la mayoría de ellos para mayor eficiencia en el uso de la iluminación natural y de la calefacción.

Al día de la fecha, cada vez más escuelas en Argentina cuentan con energía limpia, segura y a bajos costos, teniendo en cuenta que más de la mitad del territorio de la Argentina recibe una irradiación solar media anual superior a 3,5 kilowatt/hora por metro cuadrado -kwh/m<sup>2</sup>-

El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) está instalando energía solar en más de 140 escuelas rurales. El impacto de esto es poderoso y va más allá de la instalación paneles.

Con iniciativas como estas los estudiantes están aprendiendo el valor de las energías limpias y la importancia de mitigar los efectos del cambio climático. Un informe de Energía Limpia XXI destaca que las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Tucumán y Mendoza contarán con electricidad a partir de fuentes renovables, mediante una inversión 7 millones de dólares.

El PERMER ya ha adjudicado la licitación para que 300 escuelas rurales tengan paneles solares en las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Jujuy, Neuquén, Río Negro, La Rioja y Córdoba.

El Proyecto se constituyó en el año 2000 con el objetivo de facilitar el acceso a la energía en poblaciones rurales dispersas, alejadas de las redes de distribución.

Elementos de una instalación solar fotovoltaica.

- Módulos fotovoltaicos. Se denominan paneles solares a unos módulos que son capaces de utilizar la energía proveniente de la radiación solar. Están compuestos por unas celdas, cuya función reside en convertir la luz en electricidad. Cada célula fotovoltaica está formada por dos semi conductos de silicio. Una con menos electrones de valencia que silicio, llamada P y otra con más electrones que átomos de silicio llamada N.

Estas celdas funcionan de manera que al impactar la energía recibida por la radiación solar produce unas cargas positivas y otras negativas generando un campo eléctrico con la capacidad suficiente de poder generar corriente eléctrica.

Aquellos fotones procedentes de la fuente luminosa, inciden sobre la superficie de la capa P, y al interactuar con el material liberan electrones de los átomos de silicio los cuales, en movimiento, atraviesan la capa de semiconductor, pero no pueden volver.



La capa N adquiere una diferencia de potencial respecto a la P. La electricidad que producen se transforma en corriente continua. Su rendimiento está condicionado a la orientación hacia el sol y a la inclinación con respecto al horizonte. Aunque el sol va variando en función de la hora y de la estación del año que nos encontremos, los montajes de estos paneles se hacen fijos, ahorrando así en su mantenimiento.

Las células se conectan entre sí en serie y en paralelo para conseguir la tensión e intensidad de funcionamiento deseadas. Las características de los paneles son variables y cada fabricante los realiza en una gama de potencias muy amplias.

- **Baterías:** De ellas depende el almacenaje de la energía eléctrica para asegurar el suministro. Si bien en casi todos los establecimientos la energía será dada por un sistema mixto, contando con la red de electricidad como sistema de soporte para cuando no estén dadas las condiciones climáticas y la energía solar no sea óptima, se puede plantear la colocación de baterías al fin de que pueda tenerse de apoyo cuando las condiciones climáticas no sean favorables y el sistema de energía eléctrica se encuentre cortado, fundamentalmente para el funcionamiento de equipos eléctricos como computadoras, estufas, anafes, etc.
- **Inversor.** Su función es la de convertir la energía eléctrica en la corriente continua que nos suministrarán los receptores solares en corriente alterna para el consumo de los aparatos eléctricos que hayamos instalado. La tensión de entrada al inversor dependerá de la tensión de la instalación, pudiendo ser 12V, 24V o 48V de continua; mientras que la tensión de salida tendrá un valor de 230V de alterna. Uno de los datos del inversor a tener en cuenta es el rendimiento. Estará entre 91% y 95% y este valor habrá que tenerlo en cuenta a la hora de calcular la instalación. El dato clave para definir un inversor es su potencia. Este dato será la energía que podremos utilizar en nuestra instalación de manera simultánea sin que ésta se vea afectada.
- **Regulador:** el regulador es un dispositivo cuya función es controlar de manera ininterrumpida el estado de la carga de las baterías, así como gestionar la intensidad de carga de las mismas. Con ello se solucionan problemas tales como sobrecargas cuando están al máximo de su capacidad y evita la descarga de las baterías hacia los módulos cuando la radiación que incide sobre las placas es inexistente o próximo a ello, así como evitar se supere la profundidad de descarga. Las características que definen el regulador son la tensión de trabajo, siendo la tensión de la instalación; y la intensidad máxima que puede soportar, diferenciando en la intensidad máxima de entrada, la cual viene dada por la intensidad que proporcionan las placas y la intensidad máxima de salida.
- **Soportes:** Los soportes que sujetan el panel, la estructura soporte del mismo, y el sistema de sujeción son tan importantes como el propio panel, pues un fallo de estos elementos conlleva la inmediata paralización de la instalación. El principal factor a la hora de fijar la estructura no es el peso de los paneles al ser estos ligeros sino la fuerza del viento que, dependiendo de la zona, puede llegar a ser muy considerable.
- **Protecciones:** Las protecciones de la instalación vendrán definidas por la corriente que haya en esa parte de la instalación; corriente continua o corriente alterna. En cuanto a las protecciones de corriente alterna distinguimos dos: - Un

interruptor magneto térmico con intensidad de cortocircuito superior a la establecida en el punto de conexión. Este interruptor debe ser accesible en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual en un momento determinado. - Un interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la instalación. Por otro lado, tenemos las protecciones de corriente continua: - Existirán bastidores entre positivo y tierra y negativo y tierra para el generador fotovoltaico, contra sobre intensidades inducidas por descargas atmosféricas. - Un fusible con función seccionadora siempre y cuando exista un sobre intensidad

- Cables: Como en toda instalación eléctrica la manera de conectar los distintos elementos que aparecen en ella se hace mediante unos conductores eléctricos. Estos conductores vienen determinados por una serie de características como puede ser la longitud que tienen, la conductividad del mismo, la sección o la intensidad que les atraviesa. Dependiendo de estas características habrá que escoger un tipo de cable según la zona de la instalación en la que nos encontremos

## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Este kit de energía solar permite un abastecimiento standard en forma ininterrumpida ante cortes o ausencia de energía eléctrica de red externa y al mismo tiempo permite reducir el consumo eléctrico abasteciendo los consumos internos con energía solar, baterías y energía de la red externa en forma simultánea.

El inversor abastece con la energía solar disponible, de acuerdo a la capacidad instalada de paneles solares, y tomara de la red externa solo la energía faltante para cubrir su consumo en todo momento. Para lograr esto el inversor se sincroniza con la frecuencia de operación de la red externa. Ante un corte de suministro, en forma instantánea el sistema pasara al modo Solar+Batería, continuara abasteciendo los consumos preferentemente con energía solar si está disponible y tomara del banco de baterías la energía faltante, hasta que se reintegre el suministro de red.

Adicionalmente también se puede configurar el inversor/cargador multifunción para inyectar la energía solar sobrante, en la red externa cuando los consumos sean menores a la capacidad de generación de los paneles solares.

## MODOS DE FUNCIONAMIENTO

Inversor híbrido = Off grid + Grid-tie + Grid interactive.

- Función Off Grid: Se utiliza para respaldo ante cortes de energía de red.
- Función Grid-tie: Se utiliza para generación y venta de energía a la red externa. Se requiere la instalación de un medidor bidireccional por parte de la compañía de servicio eléctrico y la legislación local debe permitirlo. Para esto el inversor se sincroniza con la frecuencia de trabajo de la red externa.
- Función Grid-Interactive: Permite realizar el auto consumo de la energía generada en paneles en forma conjunta con energía de red externa sin pasar por el banco de baterías. Cuando la condición de la red externa es normal el sistema

permite reducir el consumo mezclando la energía de paneles con la red externa. Para esto el inversor se sincroniza con la frecuencia de trabajo de la red externa.

Se consiguen en el mercado kits pre calculados para consumos medios, por ejemplo:

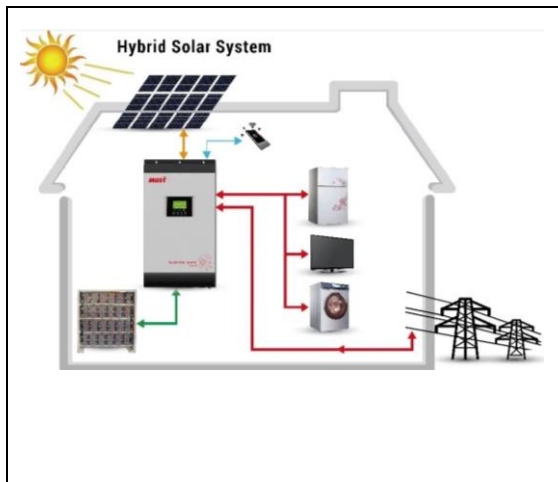


Compuestos por:

- 4 Paneles Solares de 160w Calidad A (Total 640w en paneles solares)
- Batería AGM/GEL 12V 200Ah de 10 años de vida útil 850 ciclos al 50% de descarga
- Inversor 1500w 12v - 220v 50 Hz
- Regulador de Carga 40 Amper c/Display LCD c/USB
- 4 Pares de Conectores MC4

Con este kit puede alimentar heladera, freezer, computadora, televisor, cargar celulares y usar pequeños electrodomésticos que consuman menos de 1500w nominales con picos de arranque de menos de 3000w

Generación promedio: 2600wh diarios = 2,6 kwh diarios  
Almacenado en baterías: 2400wh = 2,4 kwh



Esquema de instalación de sistema híbrido de energía solar - batería y red eléctrica.

Foto de una instalación realizada

Nuevo  
Kit Solar Híbrido 9700wh X  
Día 3kw / 6kw 220v Casa  
Campo H2

\$ 456.633<sup>14</sup>

☰ Pagá en hasta 9 cuotas  
Con tu VISA terminada en 5520  
[Más información](#)

📦 Entrega a acordar con el vendedor  
Mataderos, Capital Federal  
[Ver costos de envío](#)

Stock disponible

Nuevo  
Kit Solar Híbrido Sin  
Baterías Inversor 2kw 5kwh  
Día Renogen

\$ 227.339<sup>25</sup>

☰ Pagá en hasta 12 cuotas  
  
[Más información](#)

📦 Envío gratis a todo el país  
El Talar, Buenos Aires  
[Ver costos de envío](#)

Stock disponible

## Formas de abastecimiento del equipo hibrido

RED AC NORMAL	<b>SBU</b>				
	<b>Solar+Batería+Red</b>	Si la energía solar está disponible y es suficiente, esta alimenta los consumos, carga las baterías y el excedente se inyecta en la red AC externa (solo si la función de inyección a red está habilitada)	Si la energía solar está disponible pero no es suficiente, esta alimenta los consumos junto con la energía de batería hasta llegar al valor configurado de carga mínima de batería para pasar a red AC.	Si la energía solar no está disponible, la energía de batería alimenta los consumos hasta llegar al valor configurado de carga mínima de batería para pasar a red AC.	Si las baterías llegan al valor de carga mínima para pasar a red AC, la red AC junto con la energía solar disponible alimentan los consumos y cargan las baterías.
	<b>SUB</b>				
	<b>Solar+Red</b>	Si la energía solar está disponible y es suficiente, esta alimenta los consumos, carga las baterías y el excedente se inyecta en la red AC externa (solo si la función de inyección a red está habilitada)	Si la energía solar está disponible pero no es suficiente, la red AC junto con la energía solar alimentan los consumos.	Si la energía solar no está disponible, la red AC alimenta los consumos y carga las baterías.	Si las baterías no están conectadas, la red AC junto con la energía solar alimentan los consumos.
AUSENCIA O FALLA DE RED	<b>TODOS</b>				
	<b>Solar+Batería</b>	Si la energía solar está disponible y es suficiente, esta alimenta los consumos y carga las baterías.	Si la energía solar está disponible pero no es suficiente, esta alimenta los consumos en conjunto con la energía de batería.	Si la energía solar no está disponible, la energía de batería alimenta los consumos.	Si las baterías no están conectadas, la energía solar alimenta los consumos. Si la potencia consumida supera la potencia solar disponible el equipo corta la salida AC.

Deficiente instalación eléctrica, foco común y humedad en escuela del departamento Uruguay.



## Experiencias realizadas en el país

### Una escuela instaló paneles solares para enseñar y proveer energía

El establecimiento funciona en San Lorenzo. Los equipos no sólo abastecen al edificio educativo: cuando la institución está cerrada, alimentan a la red de la EPE.



“Tendido” electrico Escuela Nro 55 - Colonia Los Ceibos

## Estimación económica

Para acercar una idea de costo en cuanto a poder sustentabilizar una pequeña escuela rural, tomamos como base un edificio de personal unico de 6 concurrentes. En cuanto a la instalacion fotovoltaica se colocaran paneles solares para abastecer una heladera, una computadora, la bomba sumergible, y algunas bocas y tomacorrientes, los mismos funcionaran en conjunto con la red electrica.

Para la instalacion sanitaria se prevee la colocacion de una nueva torre, con un tanque elevado de 1000 litros, se debera desinfectar el pozo y realizar las cañerias nuevas. A la salida del pozo, en la cañeria de subida de alimentacion del tanque se colocara un nicho para el equipo clorinador, el mismo estara conectado automaticamente para que dosifique la cantidad necesaria de cloro, asi el agua ya clorada quedara almacenada en el tanque y lista para su uso.

Finalmente los efluentes cloacas seran tratados en un principio por un biodigestor, se debera cegar el pozo absorbente existente y realizar una nueva excavacion para la colocacion del tanque, tambien se prevee la nueva cañeria desde la camara de inspeccion hacia el biodigestor. La salida de este tanque sera conectada a un lecho de infiltracion para que el efluente ya tratado sea absorbido por el terreno natural, y al final del lecho se construira un pozo de absorcion con filtros granulares, asi el agua que no sea absorbida por el terreno, llegara a ese pozo, sera filtrada nuevamente por el material granular y volvera a la napa. Estas son estimaciones en situacion favorables, luego habra que estudiar cada caso puntual y decidir el mejor sistema a implementar teniendo en cuentas muchas variables, superficies del terreno, altura de las napas, cantidad de personas del establecimiento, etc.

El Biodigestor a instala sera un Rotoplast de 1300 litros que sirve para abastecer los efluentes de entre 5 y 10 personas.

Para el calculo del lecho de infiltracion se estima para 6 personas una superficie de infiltracion de 60 m<sup>2</sup>, con una longitud de zanja de 135 metros lineales. Hay que tener muy en cuenta que como la longitud máxima de las tuberías no puede ser superior a 20 m, se necesitará 7 zanjas de 19.3 m cada una para disponer de superficie de infiltración para un tratamiento eficaz.

Los pozos filtrantes son una alternativa a las zanjas de infiltración que aportan la ventaja de ocupar menos superficie de terreno. Por el contrario, su construcción presenta más problemas y precisan de una zona no saturada de más de 4 metros de profundidad. En este caso se plantea la posibilidad de realizar un pozo filtrante para que el agua que no se absorba en el lecho de infiltración se almacene allí, evitando zonas de encharcamiento, continuando con el filtrado del efluente y devolviendo el mismo a la napa, eso siempre y cuando la superficie de la misma lo permita.

De todo lo explicado anteriormente y del Cómputo y Presupuesto realizado (Ver anexo) se puede observar que el monto necesario para la puesta en funcionamiento de los sistemas en los edificios escolares es de **\$ 904.681,72** si se realiza desde el ámbito privado, si se pretende encarar las intervenciones desde el Estado, dentro de una política pública, el monto asciende a **\$ 1.444.957,64.-**

# CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, las escuelas de nuestra provincia se encuentran lejos de estar en condiciones óptimas, y muy lejos de estar calificadas como amigables con el ambiente, lo cual imposibilita de manera directa que se pueda influenciar sobre la población escolar y la familia ampliada para llegar al objetivo final de la concientización ambiental. ¿Cómo se puede promover la conciencia y la adaptación a este fenómeno a partir de acciones concretas y cotidianas, para que docentes y alumnos puedan incorporar a sus ideas, a sus valores y a sus costumbres, criterios de sostenibilidad a la hora de tomar decisiones, si nos encontramos en un medio que es **totalmente opuesto a lo que estamos predicando?**

Si bien ya había visitado las escuelas varias veces, nunca había prestado atención al grave atraso ambiental de las mismas. Hay cuestiones que no son solucionables como las variables bioclimáticas, la incorrecta orientación de las mismas, perdiendo iluminación y afectando gravemente la eficiencia de calefacción, pero hay otras cuestiones que son menos estructurales de solucionar, como el tratamiento de los residuos y la utilización de energías renovables.

En el siglo XXI, decir que la demanda de electricidad, un servicio indispensable para una buena calidad de vida, no está cubierta en muchos establecimientos educativos rurales debido a los altos costos de obras civiles y el transporte, es sin dudas, una de razones por las cuales se incrementa la vulnerabilidad social. La dependencia de los combustibles fósiles en estas regiones alejadas de las grandes urbes es determinante y, por eso, se agranda la relevancia de esta clase de emprendimientos que traen esperanzas de crecimiento a través de una matriz energética limpia. Lo importante es no postergar más el avance de esta transformación.

El rendimiento de los equipamientos de energía solar sigue mejorando día a día y minimizando los aspectos adversos que como toda actividad industrial puede tener la fabricación de sus componentes. El material utilizado para fabricar los paneles solares es muy abundante en el mundo, por lo que tampoco será un problema su obtención en el futuro. Además, los paneles pueden reciclarse para fabricar nuevos al término de su vida útil, que por cierto es de 25 a 40 años, lo que demuestra que es un producto que por suerte no ha sido alcanzado por una de las estrategias más nefastas del mercado actual: la obsolescencia programada.

En algunas escuelas se han llevado a cabo proyectos muy interesantes, como la división/clasificación de los residuos en las que se menciona la importancia de segregar y en las que se señalan los beneficios de hacerlo adecuadamente, pero al consultar a las autoridades expresan que los estudiantes no utilizan correctamente los depósitos. Otro de los proyectos implementados fue el concurso de plantas, pero me encontré con que esta actividad suele ser olvidada durante meses y recordada sólo días antes de la premiación. En ambos casos encontramos una notable falta de interés de los alumnos, que puede ser atribuida a la falta de motivación de los educadores o, como ya se ha planteado, que es muy difícil promover el cuidado del ambiente en un medio marcadamente opuesto a ello.

Lo que se busca concretamente es generar un cambio sustentable desde los niños hacia el resto de la sociedad, algo que permita a las generaciones futuras utilizar también los recursos naturales presentes. Además, se intenta que sean sus protagonistas, los chicos, los que actúen en su entorno como comunicadores de este mensaje. Es decir, se pretende generar el “efecto cascada” en el entorno directo de



los alumnos. La mejor enseñanza es la que se da a partir de vivencias, generando conocimientos más dinámicos a partir de integrar conceptos, prácticas y tecnologías. Así, podemos empezar a acercar a los niños desde pequeños a incorporar prácticas sustentables, animándolos a apagar y desenchufar aparatos electrónicos que no estén en uso, explicarles la importancia del agua y la necesidad del tratamiento de los efluentes, mostrándoles todas las formas en que el agua se utiliza todos los días. Enseñarles a cerrar las canillas, evitar tirar la cadena sin razón, no tirar desechos en el inodoro que comprometan la vida útil del digester, y muchas pequeñas acciones que los niños van incorporando y transmitiendo en sus hogares y en su entorno

Se trata de un abordaje que propone a los alumnos involucrarse en la resolución de un desafío vinculado con el mundo real, realizando para ello una serie de actividades. En esas actividades los estudiantes toman un rol protagónico, intelectualmente activo, y aprenden las grandes ideas de las disciplinas desarrollando al mismo tiempo capacidades de planificación, resolución de problemas, colaboración y comunicación.

Así, este abordaje apunta a que los alumnos no solamente construyan nuevos saberes, sino que puedan transferir esos aprendizajes a nuevas situaciones y usar el conocimiento en contextos que van más allá del aula y de la escuela.

Se busca que los estudiantes reflexionen acerca de estas prácticas sustentables a incorporar en los establecimientos, analizar si cambian de idea respecto de algún tema, o trabajando en los sistemas presentes en sus hogares respecto de captación de agua, tratamientos de efluentes y energía eléctrica.

Se busca además un cambio en las políticas públicas en cuanto a la implementación de edificios escolares sin un debido análisis del entorno, se considera que, si bien en este trabajo se plantean las mínimas condiciones para prácticas sustentables, en un futuro, estas prácticas deberán ser el puntapié inicial para replantear otras que den inicio a una arquitectura bioclimática, con más aprovechamiento de las condiciones generadas por el entorno, a la captación de agua de lluvia para su aprovechamiento, a incorporar mejores condiciones de asoleamiento, de ventilación, otras prácticas de acondicionamiento de aire, etc. Se deberá apuntar a la generación de edificios autosustentables y con menos consumo de recursos. Un legajo de edificio escolar tipo no puede ser replicado en cualquier parte del territorio sin las consideraciones del medio, se debe analizar la existencia de servicios básicos, y si estos no están cubiertos, no se puede simplemente plantear la realización de un pozo absorbente y una perforación para la captación de agua, hoy en día se sabe que estas prácticas han quedado obsoletas y que se necesitan sistemas más autosustentables de tratamientos y obtención.

Si bien aclaro al inicio de la conclusión que estamos lejos y muy lejos, tengo la firme convicción de que podemos y debemos iniciar las tareas para llegar a cumplir con requisitos mínimos; aunque no sea una tarea que se finalice en el transcurso de una gestión a otra, aunque sea un progreso paso a paso, que estos pasos se den de manera firme, sin retrocesos, comenzando desde algo básico, desde la implementación de proyectos que incluyan los puntos ambientales para nuevas escuelas, aunque queden en meros proyectos, para luego ir avanzando hacia otros objetivos más ambiciosos. Si no comenzamos exigiendo lo micro, mal podemos tender a obtener lo macro.

# BIBLIOGRAFIA

- [www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion\\_del\\_mercado/mercado\\_electrico/plan\\_renovar/RenovoAr\\_Ronda\\_1-PBC\\_con\\_Anexos\\_\(vf25-07-16\).pdf](http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/mercado_electrico/plan_renovar/RenovoAr_Ronda_1-PBC_con_Anexos_(vf25-07-16).pdf)
- [www.bomchil2.com.ar/Uploads/Documents/170801%20Energ%C3%ADas%20Renovables\\_20170818110010.pdf](http://www.bomchil2.com.ar/Uploads/Documents/170801%20Energ%C3%ADas%20Renovables_20170818110010.pdf)
- <http://noticias.entrerios.gov.ar/notas/se-instaura-en-entre-ros-un-sistema-de-tratamiento-natural-para-tratar-los-efluentes-cloacales-31950.htm>
- <https://www.argentina.gob.ar/estudios-y-publicaciones>
- <https://www.xataka.com/energia/si-de-verdad-quieres-energias-renovables-deja-de-poner-molinos-y-huertos-solares>
- <http://www.sustentator.com/blog-es/2012/08/edificio-publico-sustentable-en-san-luis/>
- <http://guia-ventana.com.ar/sistemas-technal-en-el-primer-edificio-publico-sustentable-en-argentina/>
- <https://listado.mercadolibre.com.ar/bomba-solar>
- <http://www.telam.com.ar/notas/201702/179355-arsat-primer-edificio-publico-sustentable-planta-benavidez-cuidado-medio-ambiente-certificacion.html>
- <https://www.lanacion.com.ar/1833274-es-rentable-usar-un-panel-solar>
- <http://www.infocampo.com.ar/escuelas-rurales-cocinan-con-biogas-generado-en-sus-tambos/>
- <https://diarioelargentino.com.ar/noticias/188688/La-escuela-t%C3%A9cnica-N%C2%BA-2-generar%C3%A1-energ%C3%ADa-a-partir-de-la-colocaci%C3%B3n-de-paneles-solares>
- <https://www.tecpa.es/humedales-artificiales-en-depuracion-de-agua-residual/>
- [https://www.gba.gob.ar/cic/noticias/humedales\\_como\\_alternativa\\_firme\\_en\\_pueblos\\_rurales\\_sin\\_red\\_cloacal](https://www.gba.gob.ar/cic/noticias/humedales_como_alternativa_firme_en_pueblos_rurales_sin_red_cloacal)
- [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SOLSONA%20y%20MENDEZ%202002.%20Desinfecci%C3%B3n%20del%20agua.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SOLSONA%20y%20MENDEZ%202002.%20Desinfecci%C3%B3n%20del%20agua.pdf)
- “Alternativas para la electrificación de zonas rurales”upcommons.upc.edu › bitstream › handle › 01\_TFG
- [https://doc.rero.ch/record/323361/files/20-18\\_dosificado\\_de\\_cloro\\_con\\_bomba\\_elctrica.pdf](https://doc.rero.ch/record/323361/files/20-18_dosificado_de_cloro_con_bomba_elctrica.pdf)  
[https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/manual\\_aguas\\_residuales26-04-2012\\_manual\\_de\\_biodigestor](https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/manual_aguas_residuales26-04-2012_manual_de_biodigestor)
- [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual\\_operativo.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_operativo.pdf)
- [http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto\\_AQUAtech/Diplomado\\_III/monografias/pdf\\_doc/Dalguerre\\_Lamas.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto_AQUAtech/Diplomado_III/monografias/pdf_doc/Dalguerre_Lamas.pdf)
- Libro-ENERGÍA\_ Investigaciones-en-América-del-Sur.pdf-PDFA.pdf