

# **PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA**

## **URBANISMO SUSTENTABLE. ¿ES POSIBLE REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE UNA URBANIZACIÓN SIN PERDER LA COMPETITIVIDAD EN UN MERCADO SATURADO DE OPCIONES?**

**Buetto, Hernán Diego – LU135618**

**Seitún, Federico – LU129347**

Ingeniería Industrial

Tutor:

**Prof. Ing. Adrián J. Serra, MBA, UADE**

**Noviembre 1, 2014**



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## RESUMEN.

Actualmente el planeta se encuentra en una crisis ambiental generada por el impacto del ser humano en sus actividades cotidianas, potenciando así la escases de recursos disponibles para sostener el nivel vida actual. Nuestro país no es ajeno a esta problemática, y si además consideramos la crisis energética en la que nos encontramos inmersos, surge claramente que es hora de empezar a desafiar ciertos conceptos preexistentes.

La intención de este trabajo es evaluar la factibilidad técnica y económica de un barrio cerrado donde se apliquen tecnologías sustentables tanto en la construcción de las viviendas como en el diseño de los servicios comunes del emprendimiento, teniendo como objetivo que la diferencia de costos entre barrio tradicional y sustentable no sea mayor al 10%, manteniendo la competitividad del emprendimiento frente a otras alternativas que hay en el mercado.

En la construcción y diseño de las viviendas se analizó la implementación de tecnologías tales como la utilización de colectores solares, iluminación LED, energía solar fotovoltaica, aislamiento térmico de la vivienda y recuperación de agua de lluvia para disminuir el consumo de recursos.

Desde el punto de vista de los servicios comunes del barrio se analizaron los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos, el alumbrado público (instalar luminarias LED), el tratamiento de efluentes (mejorando el tratamiento actual), y en la utilización de un sistema biodigestor-generator eléctrico para proveer energía eléctrica al alumbrado público.

Luego de un profundo análisis, se determinó cuáles de estas alternativas son factibles para un emprendimiento de 1.382 familias ubicado en la provincia de Buenos Aires. Se obtuvo como resultado un 29% de reducción de CO<sub>2</sub>, entre un 18% a 27% de ahorro en el uso de agua potable y un 56,2% de reducción de residuos urbanos sólidos respecto a un barrio tradicional, esto implicó un aumento del 7,3% en el valor total de la propiedad (lote más vivienda).

Teniendo en cuenta que se pueden generar interesantes contribuciones al medio ambiente con 2,7% por debajo del objetivo que se había propuesto, creemos que es factible realizar un emprendimiento de esta envergadura y capitalizar las oportunidades que el mercado inmobiliario brinda sabiendo que no hay ninguna propuesta similar en la zona.

**ABSTRACT.**

Currently the world is in an environmental crisis caused by the impact of human beings in their daily activities, enhancing the scarcity of resources available to sustain current living standard. Our country is not immune to this problem, if we also consider the energy crisis in which we find ourselves, we can clearly see that it is time to begin to challenge certain existing concepts.

The intention of this paper is to analyze opportunities for improvement in environmental matters (from a design point of view) applicable to the construction of housing and communal services of gated communities, The objective is that the additional cost does not exceed 10% of a traditional neighborhood. The intention is that the venture is commercially competitive.

To achieve the objective technical and economic feasibility of implementing sustainable technologies in the home to reduce resource consumption we analysed using solar panels, LED lighting, photovoltaic solar energy, home insulation and rainwater recovery.

From the point of view of the common services area we worked on making an excellent management of solid waste, installing LED luminaires for street lighting, improving the current treatment of effluent, and use of a digester-generator power system to provide power electric street lighting.

After a thorough analysis, we determined which of these alternatives are feasible for an enterprise of 1,382 families located in the province of Buenos Aires. We obtained a 29% CO<sub>2</sub> reduction, between 18% to 27% savings in the use of water and a 56.2% reduction in solid waste respect to a traditional neighborhood the excess cost is 7.3% on the total value of the property (lot more housing).

Given that you can generate interesting contributions to the environment with 2.7% below the target, we believe it is feasible to make a venture of this scale and capitalize on opportunities that real estate provides, knowing that there is no similar proposal in the area.

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>7</b>
1.1	SUSTENTABILIDAD.	7
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL.	9
1.3	CONCEPTO DE BARRIO CERRADO.	15
1.4	OBJETIVO.	16
1.5	APORTES.	17
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.</b>	<b>17</b>
2.1	MERCADO.	18
2.2	VALOR ADICIONAL QUE ESTÁN DISPUESTO A PAGAR LOS POTENCIALES CLIENTES PARA VIVIR EN UN BARRIO SUSTENTABLE.	19
2.3	LOCACIÓN.	20
2.4	LAY OUT GENERAL DEL EMPRENDIMIENTO.	24
<b>3.</b>	<b>SISTEMAS E INSTALACIONES MÁS IMPORTANTES DE UN BARRIO CERRADO.</b>	<b>25</b>
3.1	RED HIDRÁULICA.	25
3.2	RED VIAL.	26
3.3	LA RED ELÉCTRICA.	27
3.4	RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	28
3.5	RED DE AGUA POTABLE.	28
3.6	RED CLOACAL.	29
3.7	RED DE GAS.	30
3.8	FORESTACIÓN.	30
3.9	EDIFICIO DE ACCESO.	30
3.10	EDIFICIOS COMUNES.	31
3.11	SECTOR DEPORTIVO / ESPARCIMIENTO.	31
3.12	GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.	31
3.13	EDIFICACIONES HABITABLES.	31
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA.</b>	<b>32</b>
4.1	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS.	32
4.2	ALGUNAS DEFINICIONES A TENER EN CUENTA A LO LARGO DEL TRABAJO.	33
<b>5.</b>	<b>PROPUESTAS SUSTENTABLES PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS.</b>	<b>34</b>
5.1	APLICACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.	35
5.1.1	Marco teórico.	35
5.1.2	Ubicación e inclinación del colector.	36
5.1.3	Sistemas térmicos solares.	36
5.1.4	Equipo de apoyo	37
5.1.5	Alternativas de suministro de ACS.	38
5.1.6	Consumos de agua caliente.	44
5.1.7	Diagrama ilustrativo de instalación.	44
5.1.8	Dimensionamiento.	45

5.1.9	Reducción del consumo de gas.	48
5.1.10	Costos estimados de las instalaciones propuestas.	52
5.1.11	Evaluación económica de las alternativas.	53
5.2	<b>USO DE ILUMINACIÓN LED E ILUMINACIÓN NATURAL.</b>	55
5.2.1	Iluminación natural.	55
5.2.2	Tubos solares.	56
5.2.3	Iluminación artificial.	57
5.2.4	Lámpara Fluorescente Compacta (LFC o bajo consumo).	57
5.2.5	LED.	58
5.2.6	Diferencias entre LED y LFC.	58
5.2.7	Comparativa de consumo, ahorro anual, vida útil, precio y emisiones de CO <sub>2</sub> .	59
5.3	<b>ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.</b>	62
5.3.1	Marco Teórico.	63
5.3.2	Componentes de una instalación solar aislada.	64
5.3.3	Descripción básica de una instalación solar fotovoltaica conectada a la red.	69
5.3.4	Diseño básico de la instalación solar fotovoltaica mínima que requiere el emprendimiento	70
5.3.5	Impacto ambiental.	75
5.3.6	Mantenimiento.	76
5.3.7	Costo estimado de la instalación propuesta.	77
5.3.8	Evaluación de la alternativa.	77
5.4	<b>ENERGÍA EÓLICA.</b>	78
5.4.1	Marco Teórico.	78
5.4.2	Esquema de un aerogenerador.	79
5.4.3	Análisis de aplicación en el emprendimiento.	79
5.5	<b>COCINA Y HORNO.</b>	80
5.6	<b>AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS VIVIENDAS.</b>	81
5.6.1	Calor.	81
5.6.2	Diseño.	82
5.6.3	Evaluación de la alternativa.	86
5.7	<b>RECUPERACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.</b>	87
5.7.1	Cálculo de la demanda hídrica.	88
5.7.2	Aporte de agua de lluvia.	89
5.7.3	Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.	90
5.7.4	Impacto ambiental.	97
5.7.5	Costo estimado de la instalación.	97
5.7.6	Evaluación de la alternativa.	97
5.8	<b>EVALUACION ECONOMICA DE UNA VIVIENDA "SUSTENTABLE"</b>	99
5.9	<b>CONCLUSION.</b>	101
<b>6.</b>	<b>PROPUESTAS SUSTENTABLES PARA SERVICIOS COMUNES.</b>	<b>102</b>
6.1	CLUB HOUSE, ADMINISTRACIÓN Y EDIFICIO DE ACCESO.	102
6.2	GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.	102

6.2.1	Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Argentina.	103
6.2.2	Generación per cápita de RSU.	104
6.2.3	Composición física de los RSU.	104
6.2.4	Separación en origen de los RSU.	106
6.2.5	Reciclado de los RSU.	110
6.2.6	Cadena de valor de materiales reciclables	111
6.2.7	Compostaje doméstico.	111
6.2.8	Reducción del impacto ambiental.	113
6.2.9	Sistema de recolección de residuos.	114
6.2.10	Inversión necesaria.	115
6.3	TRATAMIENTO DE EFLUENTES DOMICILIARIOS.	118
6.3.1	Marco teórico.	119
6.3.2	Planta de tratamiento de efluentes del emprendimiento.	124
6.3.3	Funcionamiento básico de plantas por lodos Activados.	124
6.3.4	Planta propuesta.	125
6.3.5	Impacto Ambiental.	127
6.3.6	Costo total del sistema.	128
6.3.7	Descarga de efluentes tratados.	128
6.4	ALUMBRADO PÚBLICO.	128
6.4.1	Sodio de Alta Presión.	128
6.4.2	Lámparas fluorescentes.	129
6.4.3	LED.	129
6.4.4	Análisis económico.	129
6.4.5	Impacto ambiental.	129
6.4.6	Comparación económica de SAP vs LED.	130
6.5	BIODIGESTOR, GENERACIÓN DE BIOGÁS.	131
6.5.1	Marco teórico.	132
6.5.2	Capacidad de producción de biogás del emprendimiento en plena ocupación.	133
6.5.3	Dimensionamiento de la instalación para alimentar el alumbrado del barrio.	134
6.6	COSTEO.	136
6.6.1	Cantidades.	136
6.6.2	Precios unitarios	137
6.7	CONCLUSIÓN	138
<b>7.</b>	<b>GANTT DEL PROYECTO (ver ANEXO 6)</b>	<b>141</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>142</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE CONSULTA</b>	<b>143</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>147</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 SUSTENTABILIDAD.

“Desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones” (Informe Brundtland, 1987).

Otra definición que amplía este concepto es la de las Naciones Unidas (ONU) donde se entiende que “Sustentabilidad es la reconciliación entre los tres pilares, lo medioambiental, lo social y lo económico, para el bienestar presente y futuro de individuos y comunidades”.

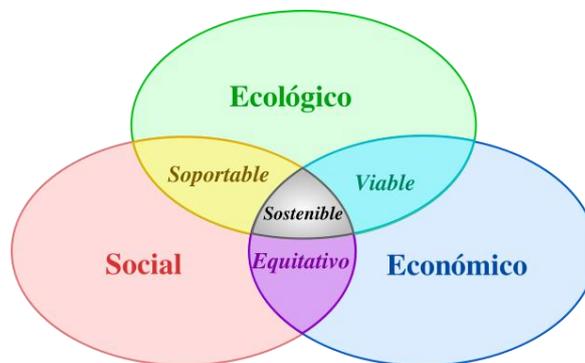


Figura 1: concepto de sustentabilidad

La sustentabilidad se plantea como la solidaridad con futuras generaciones pero también se formula a partir de conceptos económicos, como el desarrollo y la conservación de los recursos que lo posibilitan. Esto implica un compromiso hacia el futuro, pero también un compromiso con el presente. El modelo actual, basado en el uso indiscriminado de energía obtenida a partir de recursos no renovables y recursos naturales cada vez más escasos, no permite ni lo uno ni lo otro.

En 1987 se redactó el informe Brundtland “*Our common future*” cuando los problemas derivados de la limitación de los recursos disponibles y el impacto de la actividad humana sobre el planeta recién empezaban notarse. Hoy en día la influencia de las acciones humanas sobre el medio ambiente son preocupantes, en especial la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> eq (que mide el conjunto de las emisiones de gases de efecto invernadero) a la atmosfera y el aumento de la temperatura del planeta. Entonces ¿Por qué no reaccionamos y transformamos nuestro modelo económico y de producción?

Muchas acciones actuales supuestamente orientadas hacia el progreso resultan sencillamente insostenibles, implican una carga demasiado pesada sobre los escasos recursos naturales. Puede que esas acciones reflejen utilidades, pero implican que nuestros hijos y nietos heredarán pérdidas. Se trata de pedirle prestados recursos a las siguientes generaciones sabiendo que no se les podrá pagar la deuda.

Creemos que se deben abordar los siguientes temas para poder plantear un futuro sustentable:

- **Población y recursos humanos:** la población mundial sigue creciendo a un ritmo muy acelerado, especialmente si ese incremento se compara con los recursos disponibles en materia de vivienda, alimentación, energía y salud.
- **Alimentación:** el mundo ha logrado volúmenes increíbles de producción de alimentos. Sin embargo esos alimentos no siempre se encuentran en los lugares en los que más se necesitan.
- **Especies y ecosistemas:** recursos para el desarrollo. Muchas especies del planeta se encuentran en peligro, están desapareciendo.
- **Energía:** la demanda de energía se encuentra en rápido aumento, si la satisfacción de la misma se basara en el consumo de recursos no renovables el ecosistema no sería capaz de resistirlo. Por tal motivo son urgentes las medidas que permitan hacer un mejor uso de la energía. La estructura energética del futuro debe basarse en fuentes renovables.
- **Industria:** Los países industrializados han podido comprobar que las tecnologías antipolución han sido efectiva desde el punto de vista de costos en términos de salud y prevención de daño ambiental, y que sus mismas industrias se han vuelto más rentables al realizar un mejor manejo de sus recursos. ¿Pero qué pasa en los países emergentes donde las normas ambientales todavía no han sido desarrolladas?
- **El reto urbano:** Los gobiernos de ciudades en desarrollo no cuentan con los recursos, el poder y el personal para suministrarle a sus poblaciones en crecimiento la tierra, los servicios y la infraestructura necesarios para una adecuada forma de vida: agua limpia, sanidad, colegios y transporte.

Al comenzar el siglo veinte ni la población ni la tecnología humana tenían la capacidad de alterar el ecosistema planetario. Al comenzar un nuevo siglo tienen ese poder y

más aún muchos cambios no deseados se han ya producido en la atmósfera, el suelo, el agua, las plantas, los animales y en las relaciones entre éstos. Debemos romper con los patrones del pasado, Albert Einstein dijo: *“La insensatez es seguir haciendo las mismas cosas y esperar diferentes resultados”*

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL.

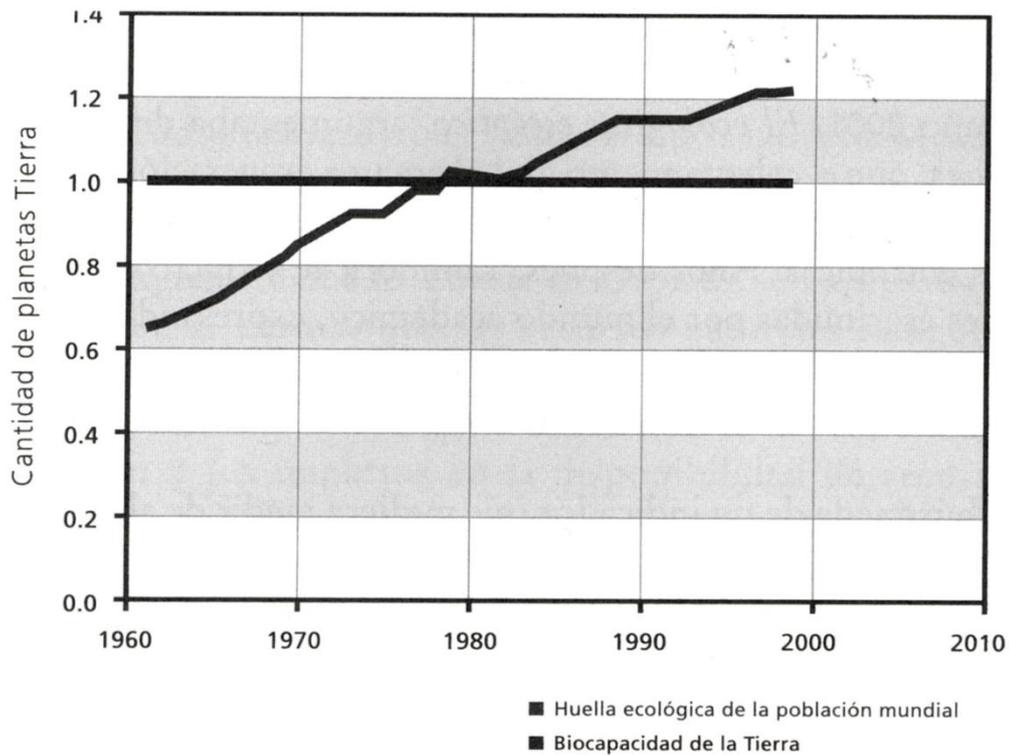
A continuación se analizarán de una forma breve las problemáticas, que atentan contra la sustentabilidad, y que debemos tener en cuenta para el desarrollo de nuestro trabajo. Dichas problemáticas pueden ser diferenciadas en dos grandes grupos A) las problemáticas globales (comunes que afectan a todo el planeta) y B) las problemáticas locales (apuntada a los servicios luz, gas, agua, que propios de la coyuntura Argentina).

### A) Problemáticas globales.

- **Crecimiento demográfico y huella ecológica:** Según datos de la ONU, actualmente en la Tierra habitan más de 7000 millones de personas y las proyecciones estiman que para el 2053 se alcanzarán los 9000 millones. La población mundial crece a razón de 80 millones de habitantes por año, el equivalente a 2 veces la población de la Argentina. El crecimiento humano es exponencial.

En búsqueda de un indicador que pudiera medir de alguna forma la sustentabilidad, en la década del 1990, se desarrolló el concepto de “huella ecológica” (Fig 2). Se define como la cantidad de superficie terrestre productiva (suelo) y recursos hídricos (lagunas, ríos, océanos) para proveer los elementos necesarios, asimilar los residuos y digerir los desechos producidos por una determinada población, para un determinado estándar de vida y tomando en cuenta su ubicación geográfica.

En el año 1960 la humanidad solo utilizaba la mitad de la capacidad biológica, al año 1980 la demanda de bienes y servicios ya excedía el suministro de la naturaleza y al año 2002 ya superaba en un 20% la biocapacidad de la biosfera, es decir, la “huella ecológica” de la población mundial era mayor a la capacidad de regeneración del planeta.



Cuadro de la huella ecológica versus biocapacidad / Fuente: M. Wackernagel.

Figura 2: huella ecológica 1960-2010. El gráfico muestra la cantidad de planetas Tierra necesarios para proveer de recursos y absorber las emisiones generadas por el consumo y demanda de servicios de la población mundial.

- Impacto ambiental de las ciudades:** Desde los comienzos de la humanidad el hombre se ha asentado en zonas con recursos disponibles. Es por esto que las primeras ciudades crecieron a orillas de ríos, lagos u otras fuentes de agua (recurso primordial para la subsistencia del Hombre). Uno de los primeros urbanizadores de la historia fue Hippadamus de Mileto (498AC – 408AC) que desarrolló el plan urbanístico de la ciudad de Alejandría (encargado por Alejandro Magno). En su plan propuso una grilla regular de pasajes que generaban (según su visión) un mayor orden en todo sentido. Un ejemplo más reciente es la ciudad de Navi Mumbai, en India, pensada para descongestionar la ciudad de Mumbai (objetivo logrado a medias ya que gran parte de los ciudadanos de la moderna ciudad viajan a diario a Mumbai para trabajar).

Las ciudades por muchas décadas fueron lugares de expresión del desarrollo social, producción, innovación y creatividad. Pero parece que ese modelo de desarrollo ha llevado a

transformar estos centros en lugares, donde hay cada vez más contaminación del aire, agua, suelo, pobreza, menos seguridad, menos naturaleza.

La urbanización, junto con el desarrollo industrial, tiene profundos impactos sobre el ciclo hidrológico tanto cuantitativa como cualitativamente. Los recursos hidráulicos disponibles en las cercanías de las ciudades, se están acabando o degradando a tal punto que aumenta substancialmente el costo marginal de su abastecimiento. Estos aumentos en costos surgen de la necesidad de explotar fuentes nuevas y más remotas, así como de los mayores requisitos de tratamiento a raíz del deterioro de la calidad del agua. Su disminución resulta mayormente de las inadecuadas políticas para la fijación de precios y medidas de conservación.

La eliminación incorrecta de los desechos urbanos e industriales contribuye al deterioro de la calidad del agua en las fuentes valiosas de agua potable de alta calidad.

Las ciudades inevitablemente requieren del consumo de energía y, la producción de energía para su uso en el hogar, los negocios y el transporte. La escala misma del uso urbano de energía puede resultar en importantes problemas de contaminación. La contaminación del aire es un creciente problema en las grandes ciudades con importantes emisiones. En muchas ciudades, las condiciones empeoran año tras año, a medida que aumentan las emisiones industriales y las provenientes del uso de los combustibles. Las emisiones urbanas representan una parte importante y creciente de los gases de invernadero que son los responsables de la destrucción de la capa de ozono.

Las urbanizaciones afectan además el equilibrio natural del calor, pues el que es generado por el uso de energía, incluyendo los automóviles, combinando con el calor diurno atrapado por las estructuras urbanas y la liberación más lenta durante la noche del calor almacenado, crea un efecto de “isla de calor” que puede elevar las temperaturas en la ciudad por 5° a 10° C. En áreas urbanas, las emisiones industriales y los productos de la quema de combustibles, contribuyen a la formación de “smog” fotoquímico.

A medida que estas crecen se ejerce presión sobre los ecosistemas naturales circundantes. Los impactos pueden incluir la pérdida de tierras húmedas y silvestres, zonas costeras, áreas recreativas, recursos forestales.

- **Necesidad de energías renovables:** a comiendo del siglo XX se iniciaba la explotación masiva de los combustibles fósiles que llevo al desarrollo de nuestra civilización.

Hoy, un siglo más tarde, ya se ha sobrepasado el pico máximo de producción de las reservas conocidas y estas comienzan a declinar. Se estima que para mediados o fines de siglo se habrán agotado completamente. Asimismo las reservas mundiales de petróleo se agotarían en 2040 junto con las de gas, las de carbón, en 2120, y las de uranio, en 2035.

¿Cómo podemos pensar que la quema o transformación de toda esa cantidad de energía, indispensable para mantener la actual forma de civilización humana, y todos los residuos resultantes pueden no alterar al ecosistema de nuestro planeta?

En la última década, ha surgido una nueva crisis energética mundial, de la que no parece haber salida con los tipos de energía convencionales desarrollados hasta el momento, o por lo menos se ha tomado conciencia de que la forma de generación convencional de energía no es sustentable en el tiempo. Por esta razón muchas naciones han tomado a las energías renovables como la posibilidad de reducir el consumo de sus reservas fósiles manteniendo los consumos energéticos actuales, o evitando su importación.

## **B) Problemáticas locales.**

- **Gas:** Históricamente Argentina fue productora y exploradora de gas, pero hace ya varios años que salió de esa situación para ser importadora de grandes cantidades de gas licuado traído en barco desde Medio Oriente a un costo altísimo. Esto es así porque Bolivia, el gran productor de gas de la región, no puede abastecer el consumo de todos sus vecinos. Argentina tiene un gran competidor que es Brasil con quien tiene que compartir las posibilidades de importación. En este ámbito mientras las tarifas nacionales para los hogares no sufren modificaciones significativas (ya se han mostrado indicios de quitar paulatinamente los subsidios), los precios del gas para la industria han subido y, además, se han impuesto cupos y cortes de suministro para este sector. A nivel internacional, los precios han aumentado significativamente en toda la región y no hay signos de que esto se vaya a revertir, sino todo lo contrario.
- **Energía Eléctrica:** Los equipos instalados en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) se pueden separar en tres grandes grupos, de acuerdo al recurso natural y a la tecnología que utilizan: Térmico fósil (TER), Nuclear (NU) o Hidráulico (HID). Los térmicos a combustible fósil, a su vez, se pueden subdividir en cuatro clases, de acuerdo al tipo de ciclo térmico que utilizan para aprovechar la energía: Turbina de Vapor (TV), Turbina de Gas

(TG), Ciclo Combinado (CC), y Motores Diesel (DI). Existen en el país otras tecnologías de generación, que se están conectando al SADI progresivamente, como la Eólica (EOL) y la Fotovoltaica (FT). Sin embargo, ésta última aún tiene baja incidencia en cuanto a capacidad instalada.

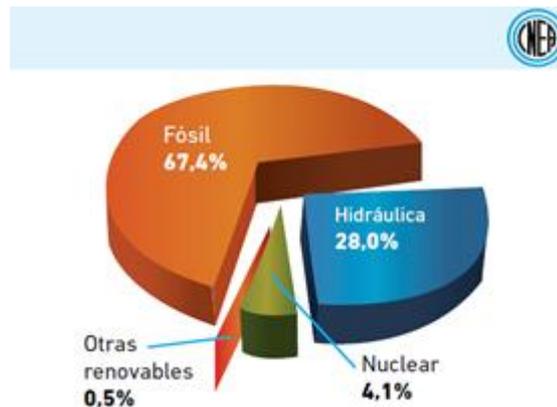


Figura 3: generación bruta del SADI – Acumulado 2014

No hace falta ser un brillante matemático para darse cuenta que la generación de energía eléctrica en Argentina tiene una alta dependencia de los combustibles fósiles (67,4%) y un escaso desarrollo de energías alternativas renovables (0,5%). Nuestro país tiene enormes recursos para la aplicación de distintas fuentes de energía renovable. Por ejemplo cuenta con una de las zonas de mayor radiación solar de mundo en el noroeste. Además posee una gran cantidad de vientos en toda la Patagonia y mar del sur para la instalación de molinos eólicos; tiene la posibilidad de utilizar geotermia de alta temperatura en algunos puntos del país y de baja temperatura en gran parte de su territorio.

De acuerdo a información oficial, la capacidad de generación y el consumo de electricidad del país se duplicaron en el periodo 1976-91. En el periodo 1992-2001, la capacidad instalada creció en 62%, mientras que el consumo creció en 69%. En la década 2002-2011, la capacidad instalada creció en 18%, mientras que el consumo aumentó en 46%. A su vez, la importación neta de electricidad al país pasó de 1,7% del total consumido en 1991 a algo más del 2% en 2001 y a casi 8% en 2011. Estos números hablan por sí mismos.

No podemos evitar hacernos las siguientes preguntas ¿Qué va a pasar cuando las reservas de combustibles fósiles se agoten o lleguen a niveles insostenibles? ¿Qué soluciones se plantean para afrontar una demanda que crece a grandes pasos año a año?

- **Agua potable:** Debido a la utopía de que es un recurso ilimitado su consumo es excesivo y descuidado. Si bien, la superficie del planeta se encuentra cubierta en un 71% por agua, el 97,5% es salada y el restante 2,5% para consumo humano. Del total del agua dulce disponible, el 70% se utiliza para la producción de alimentos: el 20%, para la industria y la generación de energía hidráulica y el restante 10%, para el consumo humano.

De acuerdo a datos relevados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), un billón de personas no tienen acceso a fuentes de agua potable, y se calcula para el año 2025, 1800 millones de personas habitarán en regiones con graves problemas de disponibilidad.

La OMS recomienda un consumo medio de 50 l por persona por día esto abarca no solo la ingesta, sino también para higiene personal, de alimentos, para cocinar, etc. En la Argentina el consumo promedio diario de agua es 370 l per cápita, contra un promedio de 200 l que se utilizan en Europa. Esto demuestra la falta de conciencia hacia el uso de recursos no renovables que hay en nuestro país ¿Cuántas veces vemos al portero de un edificio “manguerear” la vereda con agua potable?

Esto dispara una pregunta ¿Es necesario que todos nuestros consumos sean de agua potable? Por supuesto que no. Respuesta que nos llevará más adelante a plantearnos en cuales de estos consumos podemos prescindir de agua potable.

- **Servicios y subsidios:** en nuestro país, hoy en día los servicios de Agua, Luz y Gas tiene están subsidiados por el gobierno nacional. En 2007 se inició una política de reducción de subsidios a los sectores que podían pagar un mayor nivel de tarifa. El plan del gobierno argentino es continuar con esta política. Hoy en día se aplica una quita de subsidios en los servicios a las clases de mayor poder adquisitivo (o a voluntarios dispuestos a rechazar el subsidio). Por otro lado el gobierno da a entender que la eliminación total de subsidios no es algo que se piense implementar en el corto plazo debido al costo político que esto implica. ¿Cuándo más puede sostenerse este nivel de gasto público? Y ¿En cuánto se podrían incrementar los gastos por tarifas en caso de eliminarse la ayuda oficial?

- **Residuos:** en la vida cotidiana las ciudades generan una gran cantidad de residuos. El indicador más representativo respecto a la cantidad de residuos producidos, está dado por la “generación per cápita” (GPC), el cual refiere a la cantidad de residuos en kilogramos que produce a diario cada habitante. La GPC media del país se encuentra entre 0,91 y 0,95 kg/hab día; con un máximo de 1,52 kg/hab día para la Ciudad de Buenos Aires y un mínimo de 0,44

kg/hab día para la Provincia de Misiones.

En Argentina se genera un total de 12.325.000 de ton/año; el mayor generador es la Provincia de Buenos Aires con 4.268.000Tn/año, y el menor Tierra del Fuego con 26.000 ton/año.

Hoy en día, en nuestro país, no existe un marco de apoyo a la introducción de tecnologías limpias que permita la reducción en origen de los residuos sólidos urbanos, como así tampoco, y en el mismo sentido, iniciativas tendientes a modificar pautas de consumo a gran escala.

De lo expuesto surgen las preguntas ¿Qué hacer con estos residuos? ¿Qué residuos podemos reciclar, reutilizar o transformar? ¿Cuáles de estos podemos aprovechar para la generación de energía?

### **1.3 CONCEPTO DE BARRIO CERRADO.**

Un barrio cerrado es una forma particular de barrio residencial, se destaca entre otras cosas por contar con un mayor ordenamiento vial, perímetro cercado y servicio de seguridad. Este tiene por lo general pequeñas calles residenciales, con sus propias normas de tránsito, donde sólo es permitido circular a baja velocidad para evitar accidentes. Además, los barrios más grandes suelen tener áreas de uso común o amenities, tales como club house, áreas comerciales, canchas deportivas, piscinas, parques infantiles, e incluso campos de golf y escuelas.

En cuanto a su origen, en Argentina la expresión “country club”, haciendo alusión a un barrio cerrado, comienza a utilizarse en las revistas de arquitectura de la década del treinta para denominar clubes suburbanos que combinaban instalaciones destinadas a la práctica deportiva con viviendas residenciales de uso temporario, principalmente de fin de semana.

En esta primera etapa, el “country club” o barrio cerrado combina instalaciones específicamente deportivas con dos tipos de habitaciones para “alojamiento temporario”: el “club house”, o gran pabellón, con habitaciones distribuidas paralelamente y servicios generales, junto con el “barrio parque”, anexo al “country club” y comunicado con él, en el que se construyen “casas individuales de fin de semana” pertenecientes a particulares.

A mediados de la década del 70, el desarrollo de nuevas autopistas que comunican la ciudad con los municipios periféricos y la imposibilidad de realizar loteos económicos para

los sectores populares provoca que los emprendedores inmobiliarios piensen nuevas iniciativas para los grandes espacios disponibles.

En esta nueva etapa que se extiende hasta mediados de los años 80, los barrios cerrados presentan nuevas características constitutivas dentro de un marco general que disminuye las exigencias sociales para el ingreso de nuevos propietarios. La “seguridad” y la “recreación” se transforman en dos aspectos esenciales que marcan la creación de estos emprendimientos inmobiliarios de segunda generación.

A partir de ese momento, este fenómeno se consolida y a mediados de los 80 se produce un cambio trascendental en el objetivo de los barrios cerrados: las viviendas antes destinadas al fin de semana ahora se vuelven vivienda de uso permanente, con un perfil social predominante de matrimonios jóvenes con hijos pequeños. Comienza a perfilarse una nueva imagen del country: una comunidad que intenta contar con todas las comodidades hacia el interior de su perímetro.

En la actualidad, las razones que fundamentan su elección son la seguridad en primer término y luego factores como servicios, costos fijos, ubicación, etc. Lo que la gente pretende encontrar es calidad de vida.

Los “nuevos” barrios cerrados se alejan del típico emprendimiento de lotes extensos donde sólo se puede construir una bonita y espaciosa casa. La tendencia actual se encamina a generar “mini ciudades” en la periferia de las grandes ciudades.

#### **1.4 OBJETIVO.**

En el siguiente trabajo se analizarán alternativas para reducir el impacto ambiental producido por urbanizaciones cerradas sin perder de vista la viabilidad técnica y económica.

La meta es desarrollar un barrio cerrado donde el costo diferencial que surja de las alternativas adoptadas, en pos del cuidado del medio ambiente, no perjudique el valor percibido del producto.

Entonces se plantea la siguiente pregunta ¿Es posible reducir el consumo de energía eléctrica, gas y agua potable reemplazando en parte los servicios públicos por energías renovables o la implementación de nuevas tecnologías? Es importante que en pos de lograr el objetivo no se pierda de vista el nivel de confort de los residentes.

También será parte de este estudio evaluar los servicios comunes, como la gestión de residuos urbanos (separación en origen), tratamiento de aguas residuales (planta de tratamiento), alumbrado público (iluminación LED) y generación de biogás mediante los residuos orgánicos del barrio (alimentando mediante un generador el alumbrado público del emprendimiento) con el fin de reducir el impacto ambiental de la urbanización.

### **1.5 APORTES.**

Obtener como resultado una serie de fundamentos sólidos que justifiquen la implementación de tecnologías sustentables, tanto en la construcción de las viviendas como así también en el desarrollo de los servicios comunes de las urbanizaciones, demostrando que se pueden hacer interesantes aportes al medio ambiente con un costo adicional marginal en la construcción de la vivienda y adquisición del lote.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

El emprendimiento a desarrollar tendrá la infraestructura tradicional de un barrio cerrado (asfalto, redes subterráneas, parquización, etc) para que los potenciales clientes tengan las mismas comodidades y servicios de un complejo tradicional. Este estará emplazado en un predio de 109 hectáreas en la ciudad de Matheu, partido de Escobar.

Basándonos en un estudio realizado por la Universidad de Michigan “CONSECUENCES OF POPULATION DENSITY AND SIZE”, que demuestra que a igual cantidad de habitantes las poblaciones de mayor densidad generan un menor impacto ambiental, se buscará una densidad poblacional elevada desde su diseño. El emprendimiento contará con 1382 lotes para venta al público con una superficie de 500m<sup>2</sup> cada uno brindando un tamaño atractivo (teniendo en cuenta que un lote estándar en este tipo de emprendimiento es de 600m<sup>2</sup>) y a un valor de mercado accesible.

Se hará énfasis en la conservación de los espacios verdes preexistentes en el terreno que interconectados mediante sendas aeróbicas fomenten la actividad física al aire libre. Parte de estos espacios verdes serán destinados a la creación de huertas orgánicas comunes.

Al inicio de la investigación se contactó a la empresa Eidico S.A. ([www.eidico.com.ar](http://www.eidico.com.ar)) quien se mostró interesada en el proyecto y propuso que se presente el

resultado del mismo para evaluarlo como un potencial producto dentro de su cartera de negocios (ver carta del gerente general de la empresa en ANEXO I).

## 2.1 MERCADO.

En el presente apartado analizaremos el mercado dentro del cual se encuentra el emprendimiento y sus competidores. El análisis se realizará desde dos puntos de vista diferentes, el primero haciendo foco en barrios cercanos (ninguno de ellos dice ser sustentable) y el segundo en barrios que dicen ser sustentables (ninguno de ellos está cerca).

- **Barrios cercanos:** la zona está inmersa en el medio de dos grandes centros de actividad inmobiliaria: Pilar y Escobar, es por esto que los valores son de los más elevados del mercado (por el mismo motivo el campo sobre el cual se emplazará el barrio tiene un elevado costo). Todos los barrios tienen infraestructura de primer nivel con imponentes edificios comunes y tendidos subterráneos. A continuación listamos los principales barrios de la zona con su precio por metro cuadrado.

Tabla I: valor por m<sup>2</sup>.

Barrio	\$/m <sup>2</sup>
Ayres del Pilar	2.250
Mayling	1.620
Pilar Golf Club	1.305
Martindale	900
Pilar del Lago	819
Haras del Pilar	810
Pilar del Este	625
La Reserva de Cardales	530
Haras Santa María	600
Loma Verde	440

Como se puede observar el valor obtenido en el estudio es altamente competitivo, producto principalmente de la alta densidad de diseño.

- **Barrios que dicen ser sustentables:** se encontraron solamente dos barrios que su venta está centrada en la sustentabilidad: "Ecobarrio El Retiro" y "Álvarez del Bosque".

**Ecobarrio El Retiro:** situado en Brandsen. En su página vemos los típicos renders 3D que usan la gran mayoría de los desarrolladores. De la lectura de la página no surge nada que

hable sobre la sustentabilidad, cuando se los contactó telefónicamente explicaron que lo sustentable está dado "por la iluminación LED, por hacer una única perforación para captar agua en vez de una por casa (algo que de todos modos está prohibido por la Autoridad del Agua), por hacer una planta de tratamiento de efluentes en vez de que las casas vuelquen a pozos ciegos (esto también está prohibido por la Autoridad del Agua) y por fomentar el reciclado". Cuando se los consultó por el generador eólico que se ve en uno de los renders explicaron que "tal vez no pongan generadores". Adjuntamos una de las imágenes (Fig. 4) en las que se ven paneles solares a la sombra y generadores eólicos detrás de una gran arboleda.



Figura 4: imagen que transmite sustentabilidad con errores técnicos evidentes

**Álvarez del Bosque:** Situado en Francisco Álvarez. El enfoque sustentable de esta alternativa está más centrada en la gran arboleda del campo. También mencionan alumbrado LED y Reciclado. En su página vemos frases que apuntan claramente a la sustentabilidad pero no vemos desarrollado el plan de acción: "Optimización de la energía", "Uso racional de la energía".

## 2.2 VALOR ADICIONAL QUE ESTÁN DISPUESTO A PAGAR LOS POTENCIALES CLIENTES PARA VIVIR EN UN BARRIO SUSTENTABLE.

Según investigaciones de mercado realizadas por la empresa EIDICO S.A. (las cuales no podemos publicar debido a que son confidenciales), existen potenciales clientes que están dispuesto a desembolsar una cantidad adicional de dinero, a la hora de comprar su terreno, en

un emprendimiento sustentable (o más amigable para el medio ambiente que las opciones que ya se encuentran en el mercado).

Como complemento al punto expuesto anteriormente, potenciales clientes también están dispuestos a gastar una cantidad adicional de dinero en la construcción de su vivienda para que esta sea sustentable. La motivación principal es disminuir el impacto generado al medio ambiente y obtener cierto status dentro de su círculo social, y en segundo plano obtener una baja en las facturas de los servicios como energía eléctrica, gas y agua.

Nuestro desafío será realizar el proyecto manteniendo el valor adicional, tanto de la construcción de la vivienda como del lote, por debajo del 10% para poder captar el mercado potencial de personas que están dispuestos a pagar un extra por vivir en un barrio sustentable.

### 2.3 LOCACIÓN.

La ubicación de un emprendimiento juega un rol central en el real estate, de hecho hay una conocida frase que dice que "en real estate hay tres factores fundamentales: locación, locación, locación". Una buena locación debería tener una cierta combinación de factores tales como:

- **Buen acceso a caminos principales:** permiten un rápido acceso desde y hacia otras ciudades o polos.
- **Acceso a transporte público:** para no generar dependencia del auto como medio de transporte.
- **Seguridad:** si una zona es percibida como peligrosa nadie querrá vivir cerca de ella.
- **Acceso a zonas comerciales:** en general es deseable estar cerca (no al lado) de puntos de entretenimiento, abastecimiento, recreación, etc.
- **Buena arboleda:** las arboledas grandes requieren de una gran cantidad de años para desarrollarse por lo cual contar desde el inicio con importante flora es de gran valor. Basta con ver la Ciudad de Buenos Aires y sus alrededores para notar que en general los lugares más caros son los más verdes.
- **Buenas vistas / entorno:** hacen al confort visual del lugar. Casi todos van a preferir que su casa tenga vista al río / montaña / mar que a una estación de rebaje eléctrica.

Para nuestro proyecto hemos evaluado 10 locaciones mediante una matriz ponderada

donde se consideraron los siguientes factores entre paréntesis figura el peso asignado a cada factor:

- **Superficie (23%):** es el área medida en hectáreas que ocupa el campo analizado. Apuntamos a predios de 90 / 100 Has ya que en dicha superficie se pueden analizar inversiones comunes importantes cuyo impacto económico será menor debido a la gran cantidad de lotes.
- **Percepción del mercado (19%):** en este factor agrupamos de forma algo subjetiva varios de los factores mencionados arriba tales como arboleda existente, seguridad, etc.
- **Transporte público (17%):** puntuamos individualmente el factor del transporte público.
- **Cercanía a autovías principales (14%):** puntuamos individualmente el factor caminos principales.
- **Costo informado (12%):** el costo en dólares por metro cuadrado.
- **Disponibilidad de Servicios (8%):** la existencia de servicios en la puerta o cerca del predio genera el ahorro de traerlo por lo cual este factor se traduce indirectamente en costo.
- **Restricciones varias (7%):** en este factor premiamos la inexistencia de restricciones que podrían generar líneas de alta tensión, gasoductos, arroyos y/o ríos. Todos estos elementos suelen tener una restricción de mínimo 15m desde el eje (en algunos casos puede llegar a 100m en el caso de ríos) lo cual le resta aprovechamiento al campo.

En la imagen de abajo se aprecian los campos analizados (ANEXO II):

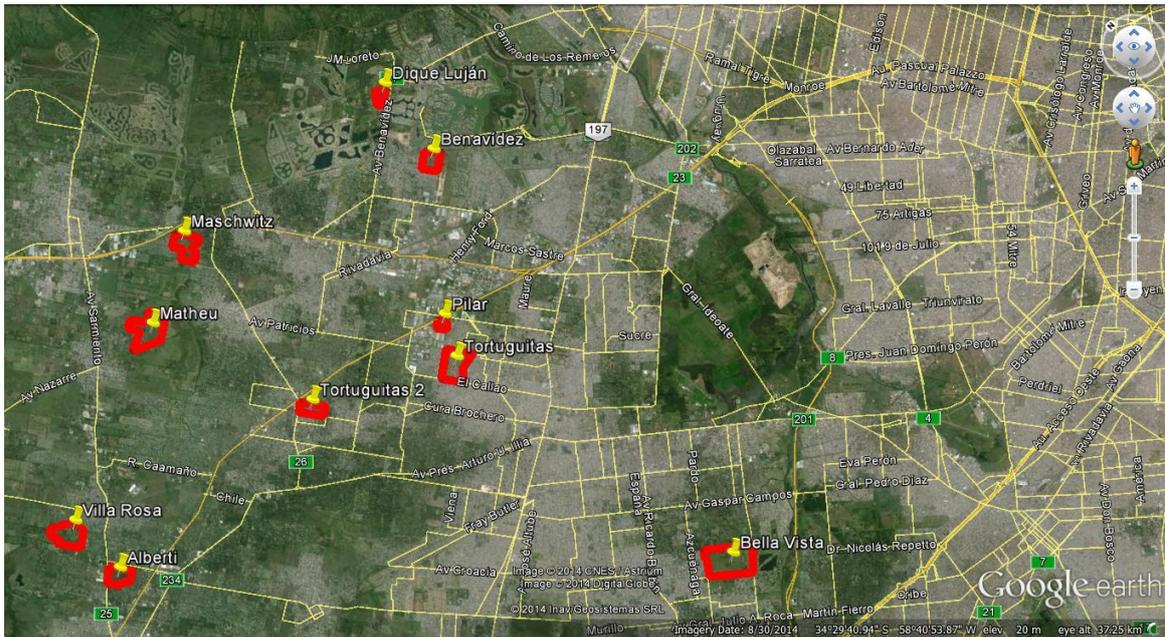


Figura 5: Campos analizados en la matriz de ponderación.

En la siguiente tabla se muestran los valores que cada predio tiene por atributo:

Tabla II: Valores por atributo.

Atributo	Matheu	Tortuguitas	Villa Rosa	Maschwitz	Alberti	Tortuguitas 2	Benavidez	Bella Vista	Dique Luján	Pilar
Superficie (Has)	94	88	76	59	49	40	36	160	17	14
Percepción del mercado	7	5	6	9	9	9	10	10	10	7
Transporte público	10	10	10	8	6	7	9	7	7	6
Cercanía a autovías principales	7	10	6	10	10	10	8	9	7	10
Costo informado (USD/m <sup>2</sup> )	5	15	5	11	10	13	15	14	25	40
Disponibilidad de Servicios	7	10	7	8	8	10	9	10	8	9
Restricciones varias	10	10	10	5	10	10	9	9	10	8

Pasamos los atributos de superficie y costo informado a una puntuación cuantitativa mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Superficie}_{\text{puntaje}} = \frac{100 - |100 - \text{Superficie}_{\text{Has}}|}{10} \quad (1)$$

$$\text{Costo}_{\text{puntaje}} = 10 \cdot \frac{\text{Costo de Mejor Opción}_{\text{USD}}}{\text{Costo}_{\text{USD}}} \quad (2)$$

En la primera fórmula se usa el número 100 ya que sería la superficie en hectáreas "ideal". Ahora aplicando las fórmulas (1) y (2) se obtiene el siguiente cuadro:

Tabla III: Atributos por predio.

Atributo	Matheu	Tortuguitas	Villa Rosa	Maschwitz	Alberti	Tortuguitas 2	Benavídez	Bella Vista	Dique Luján	Pilar
Superficie	9	9	8	6	5	4	4	4	2	1
Percepción del mercado	7	5	6	9	9	9	10	10	10	7
Transporte público	10	10	10	8	6	7	9	7	7	6
Cercanía a autovías principales	7	10	6	10	10	10	8	9	7	10
Costo informado	10	3	10	5	5	4	3	4	2	1
Disponibilidad de Servicios	7	10	7	8	8	10	9	10	8	9
Restricciones varias	10	10	10	5	10	10	9	9	10	8

Cuando se multiplica cada factor por su peso asignado se llega a la siguiente tabla:

Tabla IV: Atributos ponderados.

Atributo	Matheu	Tortuguitas	Villa Rosa	Maschwitz	Alberti	Tortuguitas 2	Bella Vista	Benavídez	Dique Luján	Pilar
Superficie	2,153	2,024	1,739	1,346	1,134	0,920	0,920	0,828	0,380	0,331
Percepción del mercado	1,330	0,950	1,140	1,710	1,710	1,710	1,900	1,900	1,900	1,330
Transporte público	1,700	1,700	1,700	1,360	1,020	1,190	1,190	1,530	1,190	1,020
Cercanía a autovías principales	0,980	1,400	0,840	1,400	1,400	1,400	1,260	1,120	0,980	1,400
Costo informado	1,200	0,400	1,200	0,545	0,600	0,462	0,429	0,400	0,240	0,150
Disponibilidad de Servicios	0,560	0,800	0,560	0,640	0,640	0,800	0,800	0,720	0,640	0,720
Restricciones varias	0,700	0,700	0,700	0,350	0,700	0,700	0,630	0,630	0,700	0,560
	8,623	7,974	7,879	7,351	7,204	7,182	7,129	7,128	6,030	5,511

De la cual surge que el predio a elegir es el de Matheu (Fig. 6):

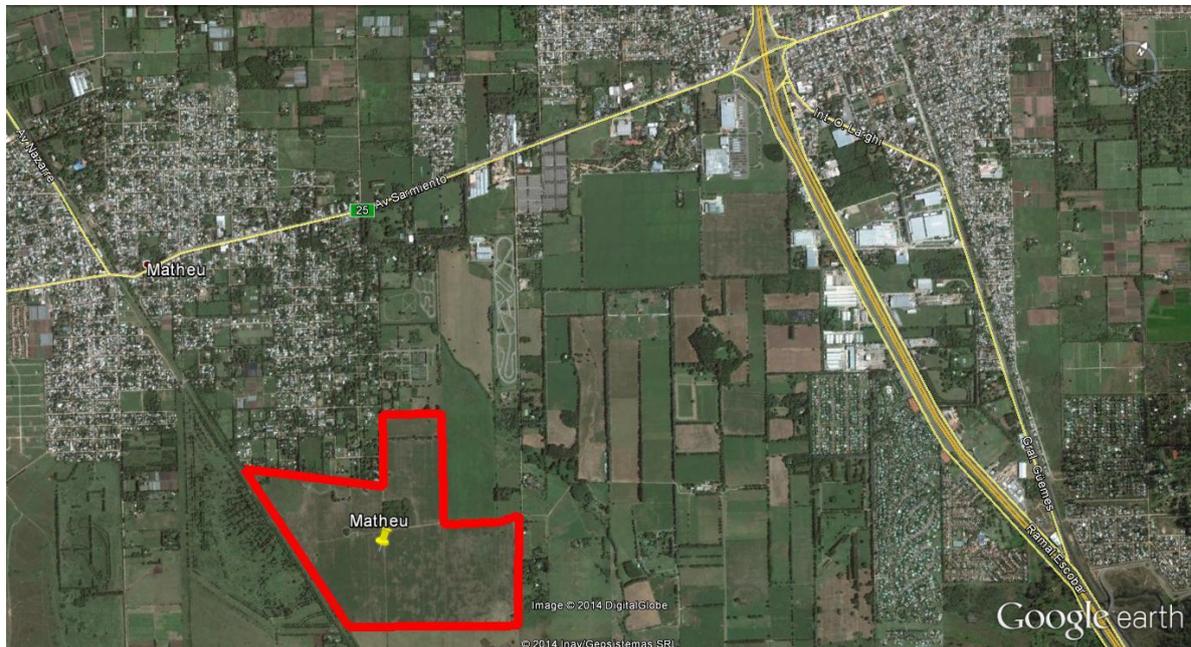


Figura 6.a: Ubicación del predio elegido

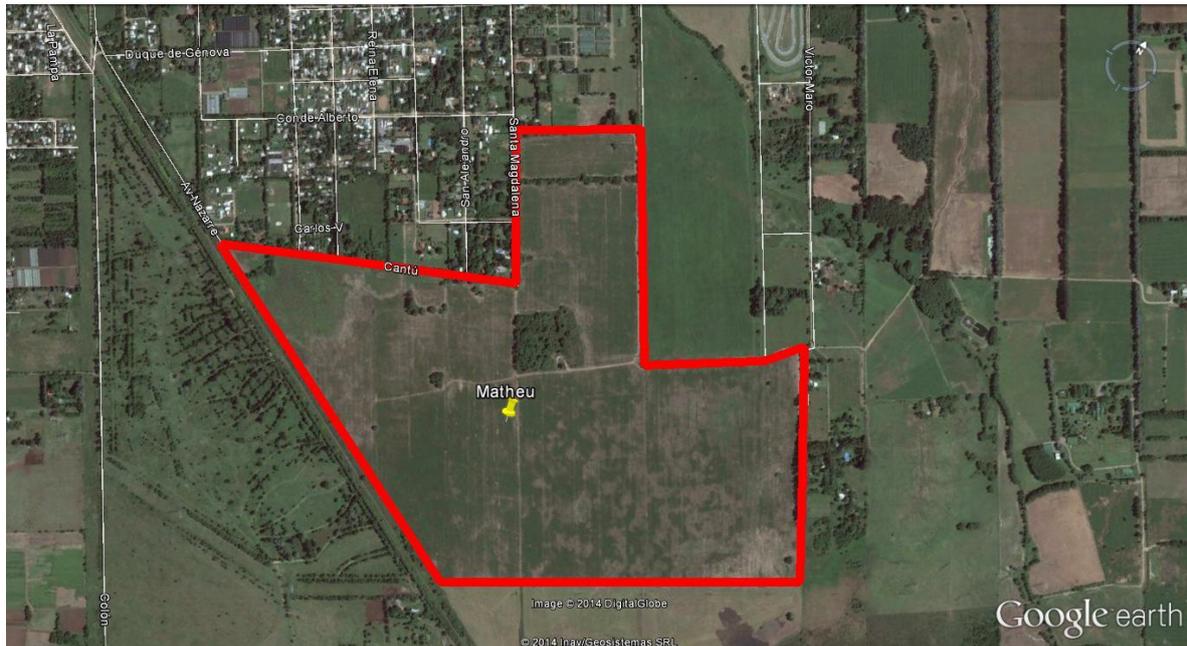


Figura 6.b: vista cercana del campo

## 2.4 LAY OUT GENERAL DEL EMPRENDIMIENTO.

La entrada al barrio se dejará en coincidencia con la principal calle que conduce al mismo. También se definió dejar un rectángulo de 4,2 hectáreas reservado para actividades operativas del barrio que luego serán mencionadas tales como compostaje, separación de residuos, tratamiento de efluentes cloacales, etc. También se buscó preservar una arboleda preexistente; a tal fin se la hizo coincidir con una de las zonas comunes del barrio.

Este espacio junto a otras dos grandes superficies es donde se fomentará la vida al aire libre de los vecinos del barrio. Todo estará interconectado mediante una senda aeróbica. Dentro del rectángulo se deja una zona reservada para futuros desarrollos tecnológicos que pueda aplicarse a fin de seguir mejorando la sustentabilidad del barrio.

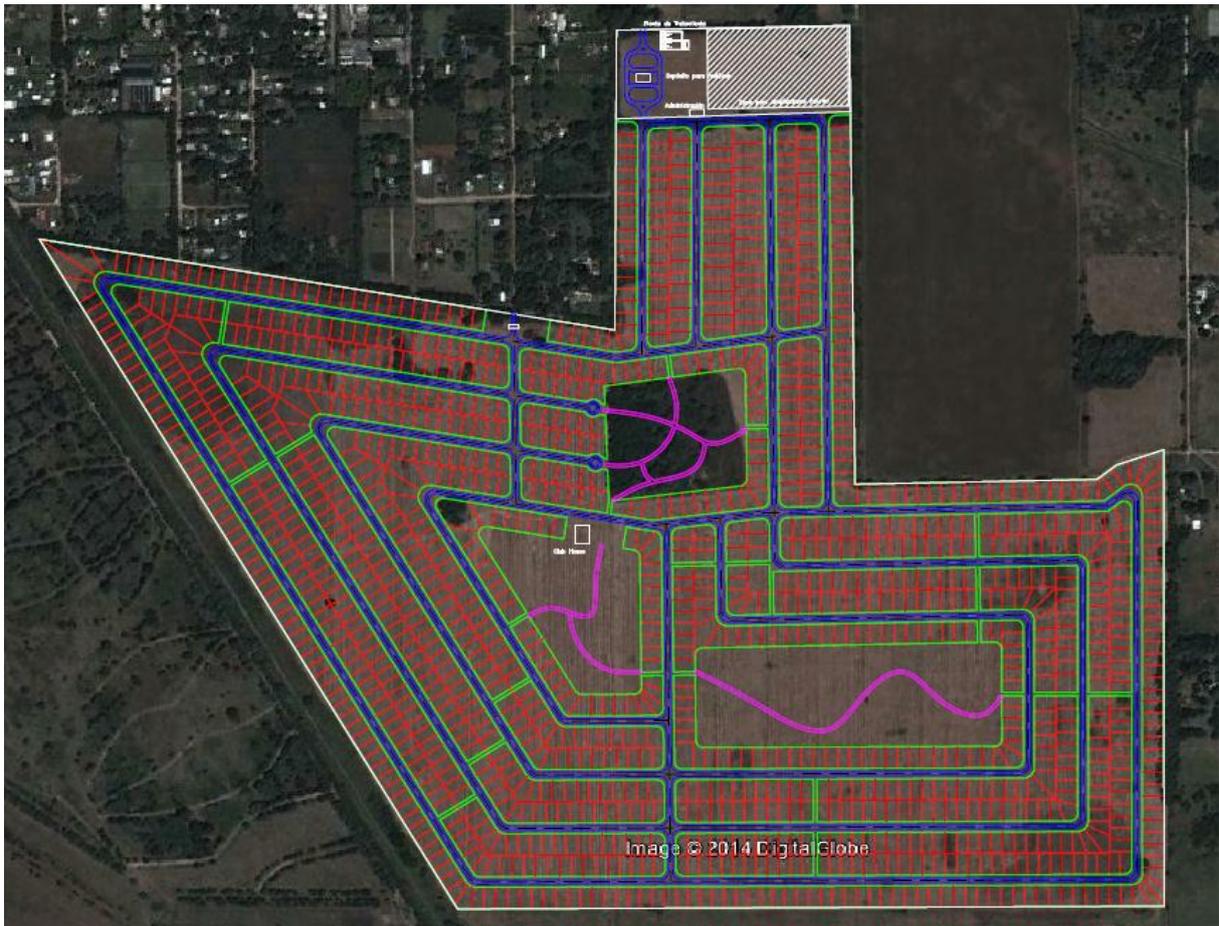


Figura 7: Lay out general del emprendimiento

El lay out detallado se encuentra en el ANEXO III.

### 3. SISTEMAS E INSTALACIONES MÁS IMPORTANTES DE UN BARRIO CERRADO.

#### 3.1 RED HIDRÁULICA.

Es el subsistema encargado de desaguar al barrio cuando llueve, si bien no todos los municipios lo exigen, lo correcto es diseñar el sistema de manera tal que no se modifique la velocidad de escurrimiento natural del terreno hacia afuera de sus límites. Esta premisa es necesaria para no generar anegaciones aguas abajo en el sistema de drenajes. El barrio terminado no debe desaguar más rápido de lo que el terreno original lo hacía originalmente. Muchas veces para lograr este objetivo es necesario realizar zonas dentro del barrio donde el

agua pueda permanecer allí para que luego vaya escurriendo con un caudal especificado (reservorio).

Es una condición necesaria a la hora de encarar un proyecto de esta índole hacer un correcto relevamiento del predio ya que todo el sistema funciona por gravedad. La red hidráulica se proyecta en conjunto con la red vial ya que gran parte del agua de lluvia será conducida por los cordones de las calles (ramales secundarios). Los ramales primarios suelen estar compuestos por zanjas a cielo abierto y/o conductos subterráneos.

### 3.2 RED VIAL.

Este subsistema sistema se crea para permitir la circulación de vehículos. Por lo general en los barrios cerrados existe un límite de velocidad. Esta red se diseña tomando como parámetros el tránsito potencial de cada tramo (no tendrá la misma exigencia la vía de entrada que la última rotonda del barrio), velocidades de servicio (definen radios mínimos), vida útil esperada, y tipo y frecuencia de tránsito.

En base a las características del suelo existente, resultante del estudio de suelos realizado por el emprendedor del proyecto, se dimensiona el paquete estructural que soportará el tránsito (cantidad, espesores y características técnicas de las distintas capas -en el caso de un paquete con asfalto se esperan por lo menos tres capas: una sub-base de tosca, base de estabilizado granular y la capa de rodamiento asfáltica).

La construcción de esta red consta de los siguientes pasos:

- i. Apertura de caja:** se abre un ancho que excede al de la cinta asfáltica. En el hueco generado se irán aplicando sucesivamente cada capa del perfil de obra que indique el proyecto.
- ii. Preparación de sub-rasante:** se compacta el suelo existente para que libere la humedad excesiva y mejore su compactación.
- iii. Colocación de la sub-base:** se coloca el suelo especificado buscando los niveles de compactación y humedad que exija el pliego.
- iv. Colocación de cordones:** serán los límites físicos de la calzada y por donde escurra el agua.
- v. Colocación de estabilizado:** el estabilizado granular es una mezcla de suelo con piedra partida de granulometría fina.

- vi. **Imprimación asfáltica:** este riego tiene por fin ligar la capa anterior al asfalto uniendo y dándole coherencia a la estructura.
- vii. **Asfalto:** es la capa por la cual rodarán los vehículos.

### 3.3 LA RED ELÉCTRICA.

Se diseña para proveer a cada hogar la energía eléctrica necesaria para sostener la vida moderna. Los distribuidores pueden proveer electricidad tanto en baja tensión (voltaje de servicio domiciliario) como en media tensión (1kV a 60kV). En el caso de los barrios es necesario que la energía sea obtenida en media tensión, esto persigue el objetivo de minimizar las pérdidas debido al efecto Joule (a una potencia determinada, si se aumenta el voltaje se reduce la corriente de manera proporcional según la Fórmula  $P = IV$ , y esto reduce de manera cuadrática las pérdidas de potencia  $P = I^2R$ ). Esta energía es luego transformada a baja tensión en centros de transformación ubicados en puntos baricéntricos de carga dentro del barrio. A partir de dichos centros la energía se distribuye en baja a los pilares domiciliarios en donde los usuarios tomarán el servicio.

La ejecución de esta obra suele ser supervisada intensamente por el prestador del servicio ya que en la mayoría de los casos la red será cedida a dicha empresa, que a partir de ese momento se deberá hacer cargo del mantenimiento de la misma.

El zanjeado de cables puede realizarse de forma manual (a pala) o con maquinaria (retropala o zanjadora) la decisión para usar uno u otro método está principalmente ligado a los costos de cada opción. Una vez realizado el zanjeo los cables son tendidos y por encima de ellos se coloca una hilera de ladrillos que tiene por fin proteger mecánicamente en caso de que en el futuro alguien quiera hacer un pozo en ese lugar. Algunos centímetros arriba de dichos ladrillos se coloca una cinta de peligro como primer elemento disuasivo. Es importante la correcta compactación de todo el suelo para minimizar que con el paso del tiempo (y sobre todo la lluvia) las zanjas sufran deformaciones.

### 3.4 RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Este subsistema es el encargado de brindar una correcta iluminación las calles y áreas comunes del barrio. El consumo de esta red es reducido en comparación al de los domicilios pero esto no implica que sea despreciable.

Los artefactos lumínicos más utilizados en los emprendimientos son las lámparas de sodio de alta presión (SAP) que poseen una muy buena relación consumo/lúmens y costo/durabilidad.

Esta red es independiente (y paralela) al circuito de baja tensión; su consumo es medido desde algunos pilares designados.

La obra se suele realizar en paralelo con la red eléctrica, esta no es inspeccionada por el proveedor del servicio ya que en rigor es un circuito de baja tensión perteneciente al barrio.

### 3.5 RED DE AGUA POTABLE.

A través de esta red se distribuye el agua potable de consumo a los hogares. Se plantean dos opciones para el aprovisionamiento:

- i. **Por suministro externo:** en caso de existir la posibilidad de que el prestador del servicio lo realice (es condición necesaria que el proveedor exista y que tenga la capacidad de suministro suficiente -o proyectada en su cronograma de inversiones- para absorber la nueva demanda).
- ii. **Batería de pozos de captación:** el barrio se autoabastece de su propia agua potable realizando las perforaciones necesarias. Cabe aclarar que en Buenos Aires el recurso hídrico subterráneo está regulado por la Autoridad del Agua y no es legal realizar un pozo sin tener la debida autorización.

La segunda opción suele revestir una mayor complejidad ya que el barrio deberá absorber las tareas que hubiera cumplido el prestador externo (control de calidad del agua, mantenimiento perforaciones, etc.).

Esta obra es de relativa sencillez en su ejecución ya que el agua se mueve a presión y por lo tanto el nivelado de la obra no es riguroso ni necesario. Sin embargo la ejecución de las perforaciones si requiere un proceso adecuado ya que no se deben mezclar las napas; para ejecutarlas se acude a perforistas matriculados en el ADA.

### 3.6 RED CLOACAL.

Con esta red se recolectan todos los desechos cloacales (aguas negras y grises) generados en los domicilios (y edificios comunes) para conducirlos a su punto de descarga.

Al igual que en la red de agua, en este sistema hay dos opciones según la situación del proveedor externo del servicio:

**i. Conexión externa:** si el proveedor existe y tiene capacidad se debe conectar a su troncal, a partir de ese punto el tratamiento es responsabilidad del proveedor.

**ii. Tratamiento de efluentes interno:** el tratamiento de los desechos es responsabilidad del barrio. Este sistema es la contrapartida de la red de agua; ingresa agua potable al sistema y con la red cloacal egresa agua junto a desechos. Es por esto que se asume que la cantidad de líquido que ingresa es aproximadamente similar a la que egresa. Esta obra requiere de una gran precisión ya que en su mayoría el efluente se mueve debido a la gravedad (inclinación de los caños de PVC). Además de exigir una importante tarea de nivelación muchas veces requiere conductos que van a una profundidad importante (más de 2m), esto se da por la necesidad que impone la pendiente siempre descendente de los caños. Existe la posibilidad de conducir efluente a presión pero salvo que sea necesario se intenta no utilizar esta opción ya que no solo implican un mayor costo de inversión (el costo mismo de las bombas, el hecho de que las mismas requieren potencia eléctrica, el mayor costo de los conductos, etc.) sino que además requieren un mayor costo de operación y mantenimiento (si la obra está bien realizada, la conducción por gravedad prácticamente no tiene costos de operación ni de mantenimiento).

- **Planta de tratamiento de efluentes:** la planta de tratamiento de efluentes es la encargada de tratar los desechos cloacales. Se transforma el agua contaminada en agua limpia (pero no potable) y como subproducto se obtienen barros cloacales. Desde el punto de vista de lo estrictamente operativo, lo ideal para un barrio es prescindir de este punto; se debe entender que para que el barrio pueda saltar esta etapa es necesario que haya un prestador que tome el efluente del barrio (y por ende que este haga el respectivo tratamiento). En el caso de realizar una planta de tratamiento también es necesario recurrir al ADA ya que ellos emiten el permiso de vuelco (esto es porque directa o indirectamente el agua tratada volverá a la napa subterránea que es

administrada por este ente).

### **3.7 RED DE GAS.**

Es el sistema encargado de proveer de gas natural en cada domicilio. El gas se mueve a través de los conductos por la presión misma que lleva. Es una obra relativamente sencilla de realizar ya que se hace a una profundidad del orden del metro. Por no requerir precisión en el nivelado se realiza con zanjadora lo permite que la obra se haga con gran rapidez.

### **3.8 FORESTACIÓN.**

Es la impronta “verde” de los barrios. De todas las inversiones esta es la única que no tiene un propósito utilitario. Para la mayoría de los desarrolladores tradicionales esta obra tiene un fin decorativo que es principalmente un argumento de venta (desde el punto de vista del marketing).

La forestación debe ser realizada en invierno para maximizar las posibilidades de éxito de la misma, se suele dejar para el último invierno dentro del cronograma de obras para no incurrir en gastos de mantenimiento (riego, poda, prevención de plagas, etc).

### **3.9 EDIFICIO DE ACCESO.**

Es el punto de control del barrio (puede haber más de un acceso). El tamaño del emprendimiento suele relacionarse a la cantidad de carriles de acceso y de egreso. Lo más usual es contar con dos carriles de acceso, uno exclusivo para propietarios y otro para visitas / proveedores y dos de egreso con las mismas divisiones. En el caso de barrios con más de un ingreso se suele observar que los accesos secundarios suelen ser de uso exclusivo para propietarios (permite menor control y menor tamaño de edificio), también existen entradas exclusivas para proveedores (en el caso de grandes emprendimientos pueden incluso tener balanzas para rechazar proveedores que pretendan ingresar con cargas por eje mayores a las permitidas -que a sus vez son iguales o menores a las cargas de diseño de los caminos-).

### 3.10 EDIFICIOS COMUNES.

Los barrios que apuntan al segmento más alto del mercado suelen tener otros edificios, a modo ilustrativo listamos los más frecuentes:

- i. **Club House:** centro de la vida social del barrio. Suelen ser edificios imponentes.
- ii. **Gimnasio:** contiene elementos para entrenamiento aeróbico y anaeróbico, pueden formar parte de otros edificios.
- iii. **Vestuarios:** contienen duchas para el aseo, pueden formar parte de otros edificios.
- iv. **Administración:** en este edificio se encuentra la oficina del personal que forma parte del barrio (intendente, mantenimiento, etc).
- v. **Salón de usos múltiples:** edificio a disposición de los propietarios para organizar eventos personales (fiestas, cumpleaños, etc).

### 3.11 SECTOR DEPORTIVO / ESPARCIMIENTO.

Según las características del barrio puede realizarse un sector que englobe varias alternativas deportivas: canchas de fútbol, tenis, pileta, otros. Si existiera este sector, es esperable que tenga algún edificio que centralice la coordinación de las actividades. También en emprendimientos de gran escala puede haber canchas de golf y de polo, estos suelen estar apuntados a sectores altos del mercado.

### 3.12 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

El barrio (sus casas, edificios comunes, mantenimiento) genera una importante cantidad diaria de residuos. En Buenos Aires la gran mayoría de los barrios cerrados se limitan a recolectar los residuos, no existen políticas de separación en origen, y dejarlos a disposición de la empresa de servicios encargada de la recolección en el municipio.

### 3.13 EDIFICACIONES HABITABLES.

Son los edificios donde habitarán los vecinos del barrio. En todos los municipios existe una normativa con los lineamientos a cumplir (alturas máximas, retiros, etc). No obstante los barrios suelen tener sus propios reglamentos que suelen ser más exigentes que los

municipales (no es posible ser menos exigente ya que la norma municipal no puede ser vulnerada). Las normas más comunes en los barrios son superficies mínimas cubiertas y semicubiertas desde los 120 m<sup>2</sup> retiros laterales desde 3m, retiros de fondo de aproximadamente la mitad del lote (a fin de generar los pulmones de manzana en los centros de manzana), retiros de frente desde los 4m, unifamiliaridad (no se permite más de una casa habitable por lote), máximos de hasta 6m (dos plantas, en muchos casos se permite hasta 9m; tres plantas).

#### 4. METODOLOGÍA.

El trabajo tendrá dos enfoques diferentes desde donde abordarán las propuestas para el emprendimiento.

i. **Propuestas sustentables para instalaciones domiciliarias:** en esta sección se abordará energía solar térmica, fotovoltaica, eólica, iluminación LED, cocinas y hornos, conservación de la energía térmica de la vivienda y recuperación de agua de lluvia. Para cada alternativa se dará un marco teórico para luego dimensionar (en forma básica) una instalación teniendo en cuenta los consumos de una familia promedio. También se evaluará la factibilidad técnica e impacto ambiental de cada propuesta, para luego realizar la evaluación económica del conjunto de alternativas implementadas.

ii. **Propuestas sustentables para servicios comunes:** se abordarán los temas como gestión de residuos, tratamiento de efluentes, alumbrado LED y un sistema biodigestor acoplado a un generador eléctrico para proporcionar energía eléctrica al alumbrado público del barrio. Para cada tema se hará una introducción, luego (si es posible) se hará un dimensionamiento básico de la instalación o sistema, evaluará el impacto ambiental y el ser realizará el costeo de la propuesta. Para concluir se costeará el emprendimiento con las propuestas sustentables y se lo comparará contra el costo sin dichas propuestas para llegar a una conclusión sobre el valor total del proyecto y el valor por lote.

##### 4.1 CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS.

Teniendo en cuenta el poder adquisitivo del público al que apunta el proyecto, y que este está dispuesto a pagar un valor extra por su terreno y construcción de su vivienda para

contribuir con el medio ambiente (el cual da un sentido propósito, como así distinción en su círculo íntimo), decidimos seleccionar la implementación de cada propuesta teniendo en cuenta siguientes factores

- i. El impacto adicional (vs una instalación estándar) en el valor total de la propiedad por implementar la propuesta sustentable, medido en %.
- ii. Si se trata de un servicio común del barrio se evaluará el impacto adicional de todas las alternativas propuestas contra el emprendimiento con instalaciones estándar, tomando como indicador en el valor porcentual adicional total que deberá pagar el cliente por el terreno.
- iii. Cuál es el impacto ambiental positivo que genera la propuesta comparado con una instalación estándar para ambos casos.
- iv. Factibilidad técnica de cada propuesta.
- v. Posibles limitaciones que surjan del contexto y que impidan una correcta implementación o limiten los beneficios de la propuesta sustentable para ambos casos.
- vi. En menor medida se tendrá en cuenta si la propuesta implementada tiene un ahorro anual en la facturación del servicio involucrado para ambos casos.

Analizando criteriosamente estos factores se decidirá la implementación de la alternativa propuesta.

#### **4.2 ALGUNAS DEFINICIONES A TENER EN CUENTA A LO LARGO DEL TRABAJO.**

- **Emprendimiento:** barrio compuesto por 1382 lotes que, debido a fines prácticos para hacer los análisis correspondientes, se considera en plena ocupación. Esto implica que todos los lotes están edificados y en ellos residen familias promedio.
- **Familia promedio:** es la definida para el emprendimiento como una familia de 5 integrantes, sobre esta base se realizarán los cálculos de las instalaciones domiciliarias propuestas.
- **Casa promedio:** definimos como casa promedio para el emprendimiento a una casa de 2 plantas con 3 dormitorios, 2 baños, 1 living comedor, cocina y lavadero con una

superficie cubierta total de 160 m<sup>2</sup>.

- **Costo de construcción promedio:** contactando con especialistas en materia de construcción se toma que el costo promedio de construcción por metro cuadrado es de U\$ 1100, si se lleva a pesos multiplicando por el tipo de cambio vigente oficial promedio Septiembre 2014 (8,40 \$/U\$) debe considerarse \$9240/m<sup>2</sup>.
- **Tipo de cambio:** se toma como tipo de cambio al promedio del tipo de cambio oficial del septiembre 2014 (8,40 \$/U\$).
- **Costo de construcción de una casa promedio:** es el resultante de multiplicar los m<sup>2</sup> de la casa promedio por el costo promedio de construcción, para nuestro emprendimiento  $9240 \text{ \$/m}^2 * 160 \text{ m}^2 = \$1.478.400$ .
- **Subsidios:** los precios de los servicios facturados serán considerados sin subsidios, ya que hoy rige la política de estado de quitar los subsidios a los barrios cerrados. Por tal motivo suponemos que los servicios del emprendimiento no cuenten con el subsidio estatal.
- **Impacto ambiental:** es el impacto positivo que se genera por el ahorro un determinado recurso como gas, energía eléctrica, agua potable y también aplica para la generación de residuos sólidos urbanos. Las unidades de medida serán, kg de CO<sub>2</sub> eq para gas y energía eléctrica, litros para el caso de agua potable y kg para residuos.

## 5. PROPUESTAS SUSTENTABLES PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS.

Hoy en día los emprendimientos de estas características no exigen a sus residentes la utilización de energías renovables ni tecnologías que utilicen una menor cantidad de recursos. En otras palabras no hay emprendimientos con políticas que fomenten el uso responsable de recursos y el cuidado al medio ambiente.

Uno de los diferenciales de nuestro emprendimiento es brindarle al propietario, desde la concepción de su vivienda, normas y asesoramiento técnico para que pueda contribuir con el medio ambiente tomando decisiones sustentables en cuanto a equipamiento y técnicas de construcción. Por tal motivo a continuación se hará una evaluación de las opciones tecnológicas disponibles en el mercado local para lograr dicho fin.

Creemos que el diseño de cada hogar debe ser sustentable desde su concepción, es por eso que el emprendimiento pondrá a disposición de los propietarios un asesor de tecnologías sustentables para que consulten a la hora de construir su vivienda.

## 5.1 APLICACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.

En este capítulo analizaremos la utilización de energía solar térmica para la generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS) con el objetivo de minimizar el consumo de gas natural. La alimentación de todos los consumos de ACS será de proveniente de agua de red (potable) debido a que esta será utilizada para higiene personal (ducha, lavabo, bidet), cocción y lavado de alimentos.

El sistema adoptado será dimensionado con fines de abastecer a una familia promedio de 5 integrantes.

### 5.1.1 Marco teórico.

La energía del sol llega a nosotros en forma de ondas electromagnéticas que se propagan en todas direcciones, pero no toda la radiación solar que incide sobre la atmosfera llega hasta la superficie de nuestro planeta, los rayos solares al entrar a la atmosfera sufren fenómenos físicos como la reflexión, difusión y absorción.

Debido a estos fenómenos nuestro colector recibirá los siguientes tipos de radiación:

- i. **Radiación directa:** rayos que alcanza la superficie sin ser desviados
- ii. **Radiación difusa:** llegan a la superficie después de haber cambiado varias veces de dirección al atravesar la atmosfera.
- iii. **Radiación reflejada:** la parte de radiación reflejada por el terreno y otros elementos de la superficie terrestre y que puede ser reabsorbida por otros objetos.

A la suma de estos tipos de radiación se la llama **radiación total**.

En días despejados la radiación directa será mucho mayor que la difusa. La radiación difusa puede llegar en un porcentaje de un 10-15% en días claros y hasta un 95% en días nublados. A lo largo del año la radiación difusa supone aproximadamente un tercio de la radiación total que llega la superficie terrestre.

Para definir la energía solar que llega a una unidad de superficie se usan las siguientes magnitudes:

- i. **Irradiancia (I):** Potencia solar incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en  $W/m^2$
- ii. **Irradiación (E):** Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se expresa en  $MJ/m^2$  o  $kWh/m^2$ .

La cantidad de radiación directa que una superficie recibe depende del ángulo formado entre ésta y los rayos solares incidentes. Si la superficie está situada perpendicularmente a los rayos solares la radiación directa será máxima, disminuyendo a medida que aumenta el ángulo que forman los rayos con la normal al plano en que inciden.

### 5.1.2 Ubicación e inclinación del colector.

El objetivo de toda instalación es capturar la máxima radiación solar posible. Para lograr este fin es fundamental de que el colector este orientado en dirección a la ubicación óptima que, para la provincia de Buenos Aires (donde realizaremos nuestro proyecto), se consigue ubicando el colector hacia el Norte con una inclinación entre  $40^\circ$  y  $45^\circ$  del suelo. Cabe aclarar que es importante que al diseñar la instalación el colector no reciba sombra en ningún momento del año.

### 5.1.3 Sistemas térmicos solares.

Para fines hogareños, donde basaremos nuestro estudio, principalmente podemos diferenciar dos tipos de sistemas:

- i. **Termo tanque Solar Pasivo:** el agua se desplaza del colector al tanque acumulador sin necesidad de bombas, componentes eléctricos o mecánicos. Este movimiento es conocido como termosifón.
- ii. **Termo tanque Solar Presurizado:** a diferencia del termotanque pasivo este es conectado directamente a la red de agua potable o es asistido una bomba presurizadora que es la encargada de hacer circular el fluido a través de la instalación. En este tipo de instalación el agua de consumo nunca está en contacto con los tubos del colector sino

que es calentada mediante un intercambiador de calor situado en el tanque acumulador.

#### **5.1.4 Equipo de apoyo.**

El público al que apunta nuestro emprendimiento, a la hora de adquirir una vivienda, exige ciertos estándares mínimos de confort y debemos proporcionarle una alternativa capaz de proveer ACS durante todo el año sin importar la estacionalidad del clima. Por tal motivo se diseña la instalación para que cuente con un equipo de apoyo a la instalación solar.

El equipo deberá ser seleccionado para que pueda satisfacer la demanda de ACS al hogar en caso de que el colector solar no pueda aportar energía. El propietario podrá optar entre un sistema a gas, eléctrico o una resistencia integrada al tanque acumulador.

En pos del cuidado del medio ambiente y el ahorro de recursos energéticos, en el caso de optar por el de gas este deberá poseer obligatoriamente un sistema de piloto que se enciende solamente cuando es requerido.

Dependiendo del equipo de apoyo adoptado deberá seleccionarse la conexión más adecuada para el mismo, pero en general se recomienda la conexión tipo bypass (Fig. 8). Este tipo de conexión permite utilizar un esquema mixto de uso de agua del colector y su posterior paso por el equipo.

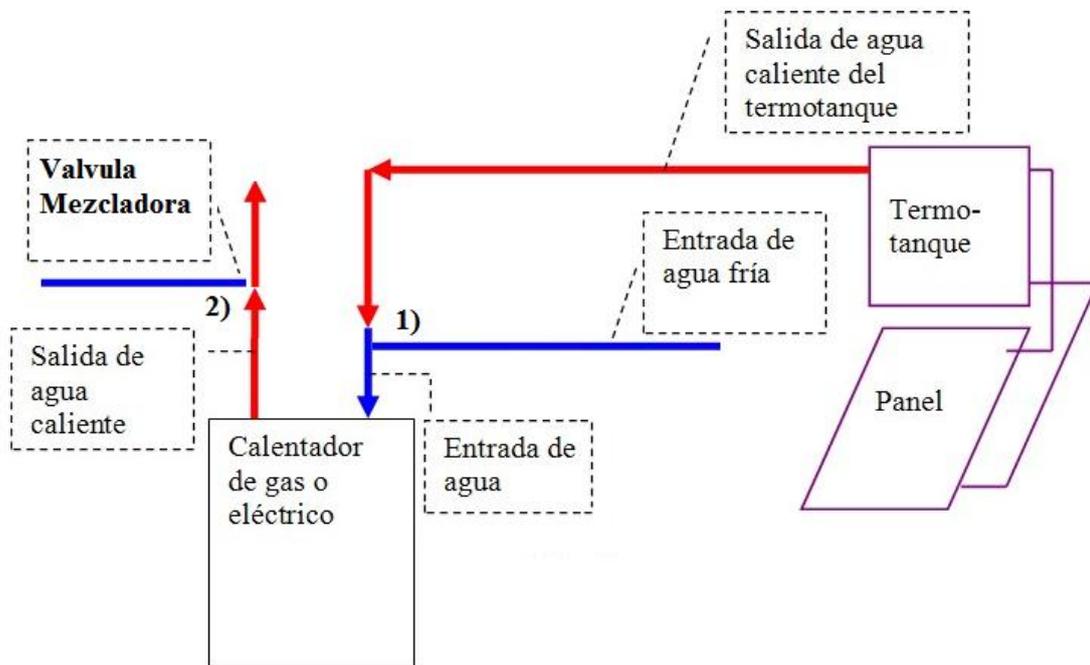


Figura 8: conexión “bypass” para equipo de apoyo a gas

- 1) En caso de congelamiento o que el termotanque solar este fuera de servicio, mediante una válvula esférica manual, se podrá puentear el colector y así el sistema de ACS funcione solamente con el equipo tradicional de apoyo.
- 2) Para evitar riesgos de escaldadura en los usuarios, es recomendable colocar una válvula electromagnética mezcladora que ajusta la mezcla de agua caliente y agua fría a la temperatura determinada por el usuario.

El equipo de apoyo puede ser reemplazado por una resistencia de 2 KW integrada al tanque acumulador que es accionada por el controlador digital cuando la temperatura del agua del tanque este por debajo de la deseada. En este caso al prescindir del equipo de apoyo, la conexión será directa manteniendo la válvula mezcladora como sistema de protección al usuario.

### 5.1.5 Alternativas de suministro de ACS.

A continuación describiremos los sistemas térmicos solares más utilizados en viviendas unifamiliares

**a. Termo tanque Solar Pasivo.**

Como describimos anteriormente este sistema trabaja a baja presión y su presión máxima de trabajo es 0,1 Mpa. El desplazamiento del agua entre el colector y el tanque es por convección natural. El movimiento de agua, dentro del circuito tanque-colector, se debe al cambio de densidad que esta experimenta ante el aumento de temperatura al estar en contacto con el colector (Fig. 9). Este proceso genera una re circulación natural y continua del líquido durante todo el tiempo en que incide la radiación solar sobre el colector.

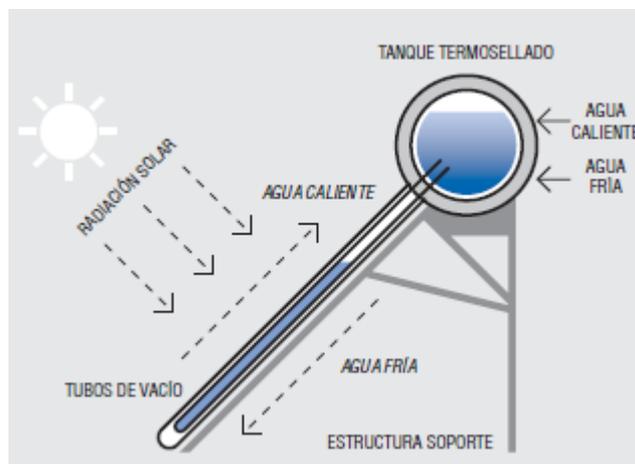


Figura 9: funcionamiento termo tanque solar pasivo

El agua de alimentación ingresa al termotanque por gravedad (proviene de un depósito elevado de agua fría), la misma se acumula en los tubos de vacío (colector), que absorben el calor del sol y lo transfieren al agua que está en contacto con ellos para luego ser almacenada y utilizada posteriormente con ACS.

Debido que el agua de consumo es la que circula por los tubos del colector este sistema puede tener riesgo de congelamiento. El sistema deja de operar a temperaturas cercanas a los  $-5^{\circ}\text{C}$  ya que el agua que se deposita dentro de los tubos se congela y deja de circular internamente, no calentando agua.

En este tipo de instalación principalmente podemos distinguir los siguientes elementos:

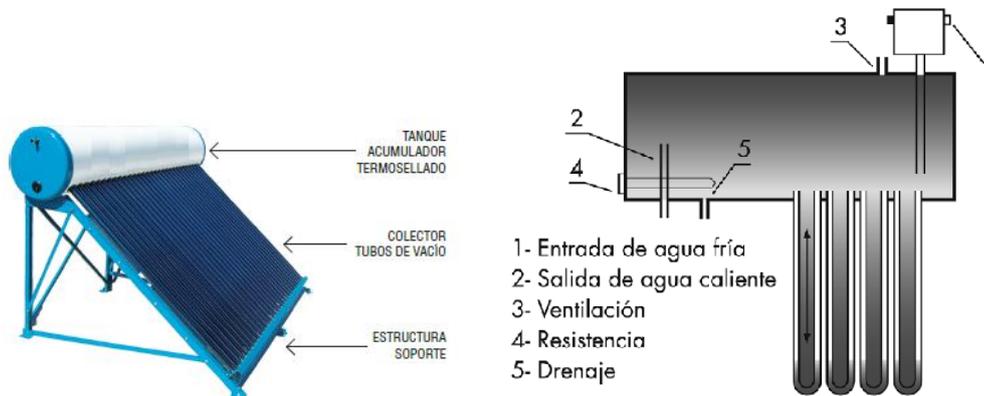


Figura 10: componentes de un colector solar pasivo

- Colector Solar:** es el elemento que capta la radiación solar y la transforma en calor, está compuesto por una serie de tubos dobles paralelos de vidrio. Los tubos de vidrio al vacío están compuestos por 2 tubos concéntricos, el exterior es transparente y el interior tiene un recubrimiento de nitrato de aluminio que actúa como un cuerpo opaco absorbiendo el calor captado del sol. En su fabricación al espacio entre ambos se le extrae el aire provocando un vacío, esto consigue reducir las pérdidas de calor por convección y conducción entre ambos en más de un 95 %, quedando todo el calor “atrapado” en la superficie opaca del tubo interior que al estar en contacto con el agua la calienta. Su forma y su concepción permiten captar el calor del medio ambiente y la radiación solar difusa, aun en días nublados.

El tubo exterior está hecho de borosilicato transparente de alta resistencia capaz de resistir granizo de hasta 25 mm de diámetro.

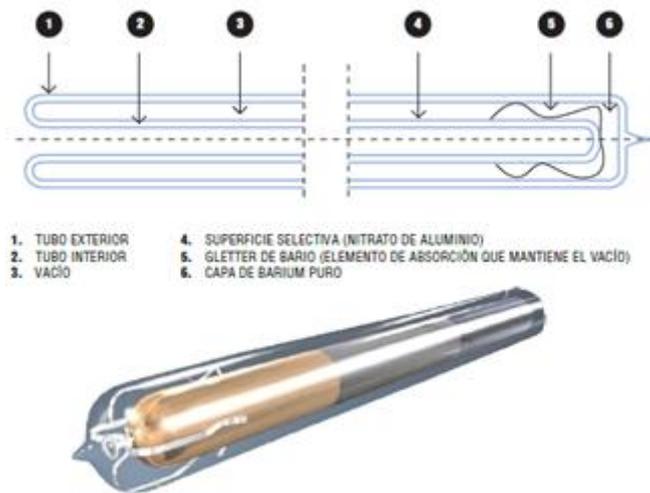


Figura 11: tubo colector de un sistema solar pasivo

- **Tanque Acumulador:** es el corazón del sistema, es el depósito donde se acumula y mantiene el agua caliente generada. Posee una capa de aislación en espuma de poliuretano que mantiene el agua caliente durante varios días ante la ausencia de sol. En promedio pierde 2 o 3° C por cada 24 horas.
- **Tanque Auxiliar:** es el elemento necesario para proveer de agua al equipo. El mismo contiene una válvula en su interior que mantiene completamente lleno el termostanque solar, y evitar sobrecalentamientos excesivos.
- **Ventilación:** el equipo viene provisto con salidas de ventilación, las mismas cumplen la función de liberar el vapor que puede generarse dentro del termostanque solar. Esta ventilación debe dejarse al aire libre y alejada de cualquier elemento o instalación, que pueda verse afectada por la liberación de vapor. La altura del conducto de ventilación debe superar la altura de la parte superior de tanque auxiliar.
- **Termostato:** si el equipo cuenta con una resistencia, termostato, activa y desactiva la misma según la temperatura prefijada por el operador.
- **Cañerías:** toda cañería a la salida del termostanque solar debe estar preparada para soportar la temperatura máxima estipulada para el equipo, por lo tanto la misma debe soportar temperaturas superiores a los 100°C, esto exige que las mismas sean de cobre o bronce, con la aislación sugerida. Aguas debajo de la válvula mezcladora provista, la temperatura del agua es mucho menor, brindando una mayor seguridad y confort, esto también da la posibilidad de

instalación de cañería en plástico u otro material, que sean apropiadas para conducir agua caliente.

- **Aislaciones:** el material de aislamiento de la tubería debe soportar la temperatura de la cañería, para esto es necesario que la aislación antes de la válvula mezcladora, soporte una temperatura superior a 100°C. Aguas debajo de la válvula mezcladora debe instalarse una aislación acorde a la cañería seleccionada.

**b. Sistema colector y tanque acumulador integrado (Presurizado).**

Básicamente el sistema es semejante al pasivo donde el colector y el tanque están integrados, la diferencia radica en que la transmisión de calor entre el sistema de captación y el agua de consumo se hace a través de un intercambiador de calor situado dentro del tanque. El equipo trabaja bajo presión (max 0,6 Mpa) lo que permite que sea conectado directamente al agua de red de agua potable.



Figura 12: colector solar presurizado

- **Colector solar:** el colector está compuesto por una serie de tubos paralelos de vidrio al vacío que en su interior poseen un tubo de cobre o Heat Pipe. Estos tubos de cobre con un fluido termostático en su interior capaz de evaporarse y condensarse constantemente para transmitir el calor capturado en el colector solar.

La transmisión de calor desde el Heat Pipe hacia el agua de consumo es indirecto, de tal forma que no existe contacto entre el bulbo del tubo Heat Pipe con el agua de consumo. La utilización de la pasta conductora, favorece a la trasmisión de calor entre elementos, aumentando la eficiencia del equipo.

Una de las características más importantes es que estos colectores no son afectados por viento, nubes o bruma, al ser cilíndricos los rayos solares siempre inciden perpendicularmente a su superficie, reduciendo sensiblemente las pérdidas por reflexión, aprovechando más horas de captación solar. El acumulador solar puede trabajar sin problemas en condiciones de hasta  $-30^{\circ}\text{C}$ . Al no existir agua dentro de la estructura del tubo de vacío se elimina el riesgo de bajo rendimiento ocasionado por heladas.

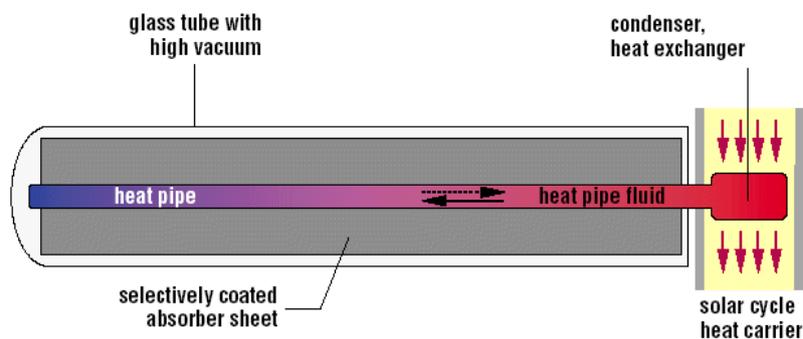


Figura 13: tubo heat pipe

- **Diferencias significativas con el sistema pasivo.**

Las diferencias más significativas entre el sistema presurizado y el descrito anteriormente reside en:

- La transmisión de calor al fluido se hace en forma directa o mediante un intercambiador de calor.
- El termostanque se conecta directamente al agua de red, pudiendo trabajar bajo presión (puede ser necesaria una bomba para elevar el agua de red al tanque si la presión suministrada no es suficiente).
- El sistema está diseñado para funcionar en temperaturas inferiores a los  $-5^{\circ}\text{C}$ , lo cual lo hace propicio para ser utilizado en la provincia de buenos aires donde rara vez se alcanzan esas cifras. Si hubiese riesgo de congelamiento lo único que se debe hacer es anular el colector y utilizar el equipo de apoyo tradicional.
- Mayor eficiencia debido al uso de un fluido termostático en vez de agua.

### 5.1.6 Consumos de agua caliente.

Con el fin de racionalizar el uso de agua potable, todos los consumos deberán contar con economizadores de agua (reductores volumétricos) para limitar el caudal de los mismos.

### 5.1.7 Diagrama ilustrativo de instalación.

#### i. Termotanque Solar Pasivo.

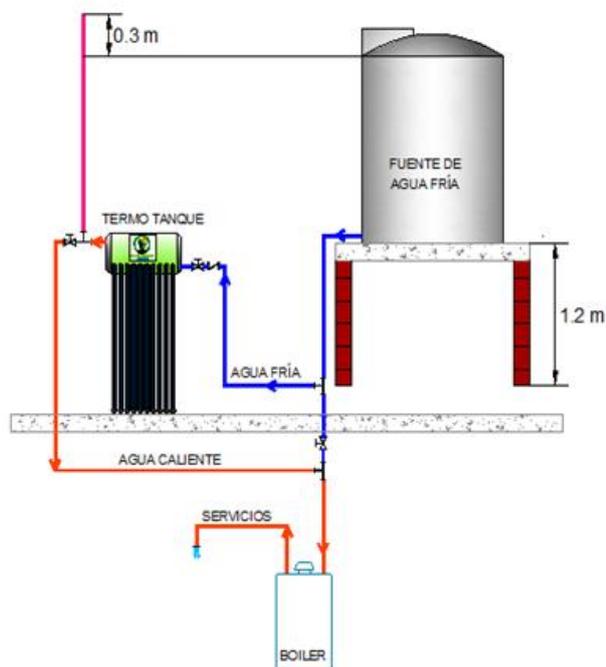


Figura 14: instalación termotanque solar pasivo

**ii. Termo tanque solar presurizado.**

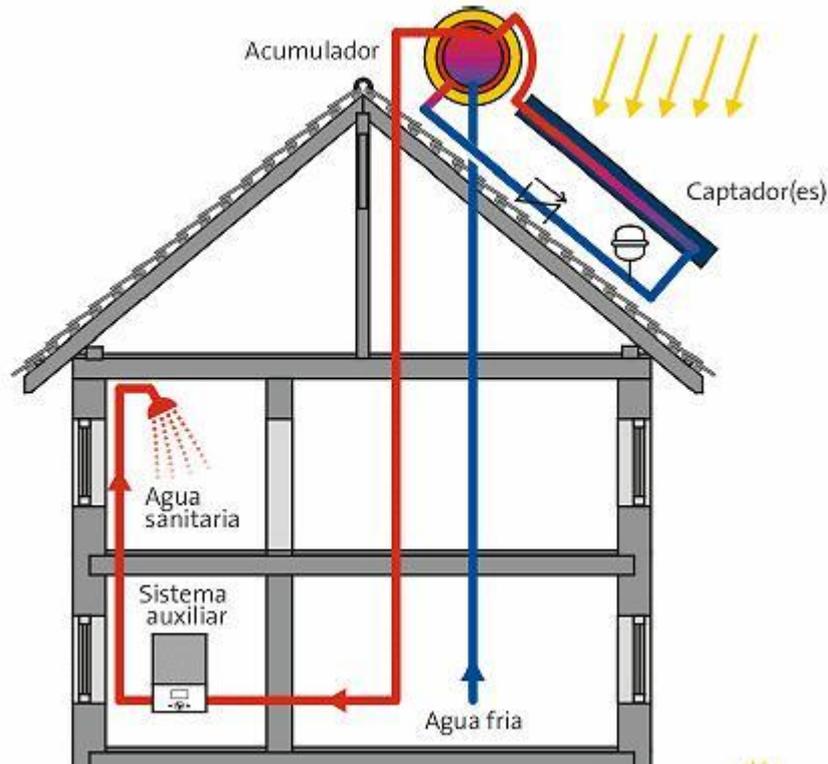


Figura 15: instalación termo tanque solar presurizado.

**5.1.8 Dimensionamiento.**

Para poder abastecer la vivienda de suficiente ACS es fundamental dimensionar correctamente la instalación.

**i. Calculo de la demanda de energía térmica.**

La demanda de energía térmica para la producción de ACS se ha de determinar con anterioridad al cálculo de la instalación solar. Para el cálculo utilizamos la siguiente formula:

$$Q_a = C_{\text{dia}} * N * C_f * (t_m - t_{Af}) \quad (3)$$

Donde:

- $Q_a$ : carga calorífica de calentamiento [MJ/período]
- $C_{\text{dia}}$ : consumo diario de ACS a la temperatura deseada [l/día]
- N: número de días en el período considerado
- $C_f$ : Calor específico del agua 4.184 J/kg°C

$t_m$ : temperatura media del agua referencia utilizada para ACS en °C

$t_{af}$ : temperatura estimada del agua de la red en °C

La determinación del consumo de agua caliente sanitaria no puede valorarse mediante fórmula matemática alguna. Por ese motivo, el cálculo deberá establecerse sobre la base de datos estadísticos que cubren las necesidades en el momento más desfavorable de demanda.

Consultando a especialistas en el tema, se deben considerar unos 50 l/día por persona de consumo de agua caliente sanitaria. Si tomamos en cuenta que por vivienda, en promedio, habitan 5 personas el consumo de ACS es de 250 l/día.

La instalación será dimensionada para suministrar una temperatura de 55°C, aplicando la fórmula (1), la demanda de energía térmica anual para la generación de ACS será de

Tabla V: carga calorífica de calentamiento [MJ/mes].

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
N (días mes)	31	28	31	30	31	30
Taf (Estimada)	16,00	16,00	14,00	12,00	11,00	11,00
QA (J/mes)	1.264.614.000	1.142.232.000	1.329.466.000	1.349.340.000	1.426.744.000	1.380.720.000
QA (MJ/mes)	<b>1.264,61</b>	<b>1.142,23</b>	<b>1.329,47</b>	<b>1.349,34</b>	<b>1.426,74</b>	<b>1.380,72</b>

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N (días mes)	31	31	30	31	30	31
Taf (Estimada)	10,00	10,00	11,00	12,00	14,00	16,00
QA (J/mes)	1.459.170.000	1.459.170.000	1.380.720.000	1.394.318.000	1.286.580.000	1.264.614.000
QA (MJ/mes)	<b>1.459,17</b>	<b>1.459,17</b>	<b>1.380,72</b>	<b>1.394,32</b>	<b>1.286,58</b>	<b>1.264,61</b>

Tabla VI: demanda de energía térmica ACS.

### Demanda de energía Térmica

Cdia	250	l/día = Kg/día
N	365	días
Cf	4184	J/kg°C
Tm	55	°C
Taf	12,75	°C
<b>Qa</b>	<b>16.138</b>	<b>MJ/año</b>

**ii. Cálculo de la fracción o aporte solar.**

Mediante el método orientativo a partir del rendimiento medio calcularemos la fracción solar que es qué % de la energía para la generación del ACS a ser aportada por la instalación solar.

$$f = (A * E_A * \eta_m) / D_{ACS} \tag{4}$$

Donde:

f: fracción solar [%]

A: área del colector [m<sup>2</sup>]

E<sub>A</sub>: irradiación solar anual promedio disponible (16,99 MJ/m<sup>2</sup> por día a 45° para Buenos Aires)

η<sub>m</sub>: rendimiento medio de la instalación

D<sub>ACS</sub>: demanda térmica anual de energía [MJ]

El aporte o fracción solar requerida por el emprendimiento es del 70% por lo tanto debemos calcular el área de captación utilizando la fórmula (4).

Se toma como valor de rendimiento medio de la instalación 60%, este dato se obtuvo del reporte “Here comes the sun: a field trial of solar water heating systems” realizado por la Energy Saving Trust.

Tabla VII: fracción solar que aportará el sistema.

**Fracción solar**

f	0,70	
E <sub>A</sub>	6201	MJ/m <sup>2</sup> año
η <sub>m</sub>	0,60	
D <sub>ACS</sub>	16138	MJ/año
<b>Area</b>	<b>3,04</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Como resultado podemos ver que para cubrir la demanda energética para suministrar ACS a 5 personas se necesita un colector con un área total de captación de 3 m<sup>2</sup>. Los colectores de 30 tubos son los que cumplen con esta característica.

**iii. Dimensionamiento del tanque.**

Normalmente se recomienda seleccionar un volumen de acumulación similar al consumo diario de ACS, por lo tanto consideraremos un tanque acumulador con capacidad de 250 a 300 litros para una vivienda de 5 personas.

**5.1.9 Reducción del consumo de gas.**

Nuestro objetivo es calcular cual es el consumo de una familia de 5 integrantes utilizando instalaciones tradicionales y utilizando una instalación solar térmica para luego comparar los consumos y el impacto ambiental que estas generan.

Para poder estimar el consumo de gas debemos estimar el tiempo de uso de un calefón o termotanque se debe estimar el tiempo promedio que utiliza el agua caliente.

Una familia de 5 personas, en zonas templadas (centro y norte de Argentina), tendrían aproximadamente los siguientes tiempos de uso (los valores indicados a continuación son orientativos) para aseo personal:

Tabla VIII: tiempo estimado de uso consumos [min/día].

Consumo	tiempo de uso (min/hab)	Cantidad de habitantes	tiempo estimado (min/dia)
Ducha	15	5	75
Lavabo+Bidet	5	5	25
Limpieza vajilla	8	5	40
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>140</b>

Para calcular el consumo de gas de las instalaciones utilizaremos el “Simulador de consumos” de Enargas. (<http://www.enargas.gov.ar/SimuladorConsumos/>)

Según el documento “La huella de carbono del argentino promedio”, el factor de emisión de CO<sub>2</sub> del gas metano (gas natural) es de 1,95 kg/m<sup>3</sup> y el caso de utilizar energía eléctrica es 500 g/Kwh.

**i. Instalaciones tradicionales.**

Tabla IX: consumo de gas y emisiones de CO<sub>2</sub> instalaciones tradicionales

Impacto Ambiental	Gas (m <sup>3</sup> /año)	Factor de emisión (kg/m <sup>3</sup> )	Emision anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
Termotanque tradicional 150 lt	932,46	1,95	1818,30
Caldera a Gas 20000 Kcal/h	2052,18	1,95	4001,75

Tabla X: consumo de gas y emisiones de CO<sub>2</sub> caldera 20.000 Kcal/h con encendido automático

Impacto Ambiental (con encendido automatico)	Gas (m <sup>3</sup> /año)	Factor de emisión (kg/m <sup>3</sup> )	Emision anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
Caldera a Gas 20000 Kcal/h	1866,18	1,95	3639,05

Como podemos observar, contar con un equipo a gas con encendido automático disminuye aproximadamente un 8% el consumo de gas y por ende las emisiones anuales de CO<sub>2</sub>.

**ii. Instalación solar.**

Las instalaciones solares estarán diseñadas para cubrir como mínimo con el 70% de la demanda energética, por lo tanto el otro 30% deberá aportarlo el equipo de apoyo.

Tabla XI: aportes solar y equipo de apoyo.

	MJ/año	Kcal/año
Demandar energética	16138	3855341
Aporte solar (70%)	9683	2313205
Aporte equipo de apoyo (30%)	6455	1542137

**a. Calefón a Gas 20 lt/min.**

Dividiendo el aporte del equipo de apoyo por 365 días, obtenemos que el equipo debe aportar al fluido 4225 Kcal/día.

Según los datos del fabricante el rendimiento del equipo es del 81%, por lo tanto el consumo diario de energía será 5216 Kcal.

Tabla XII: datos calefón Orbis 320KPO.

Datos del fabricante		
Consumo	19990	Kcal/hora
Maximo		
Potencia util	16120	Kcal/hora
Rendimiento	81%	Kcal/hora

Para el análisis se toma como referencia un Calefón Orbis modelo 320KPO ([www.orbis.com.ar](http://www.orbis.com.ar)).

El poder energético del gas natural promedio es de 9300 Kcal/m<sup>3</sup>, por lo tanto vamos a consumir 0,56 m<sup>3</sup>/día, lo que da un equivalente anual de 204,72 m<sup>3</sup>/año.

Tabla XIII: consumo de gas y emisiones de CO<sub>2</sub> sistema solar con equipo de apoyo a gas.

Impacto Ambiental	Gas (m <sup>3</sup> /año)	Factor de emisión (kg/m <sup>3</sup> )	Emision anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
Calefón a gas 20 lt/min	204,72	1,95	399,20

**b. Resistencia eléctrica de 2,0 KW.**

Siguiendo el razonamiento del punto anterior, el aporte energético de la resistencia deberá ser de 4225 kcal/día, equivalente a 4,91 Kwh/día.

Si suponemos que el rendimiento de la resistencia es del 90%, la demanda energética diaria será de 5,46 Kwh/día y su equivalente anual de 1992,77 Kwh/año.

Para poder calcular cual es el impacto ambiental de esta alternativa debemos conocer el mix eléctrico, que consideramos de 500g CO<sub>2</sub>/Kwh.

Tabla XIV: consumo de gas y emisiones de CO<sub>2</sub> sistema solar con resistencia eléctrica.

Impacto Ambiental	Kwh/año	Mix Electrico (gCO <sub>2</sub> /Kwh)	Emision anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
Resistencia 2,00 KW	1992,77	500,0	996,39

iii. Cuadro resumen.

Como podemos apreciar, los consumos de energía disminuyen drásticamente y en consecuencia también lo hacen las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> con la instalación un sistema de ACS a energía térmica solar.

Tabla XV: cuadro resumen consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> por alternativa.

Impacto Ambiental		Gas (m <sup>3</sup> /año)	Kwh/año	Emision anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
Equipos tradicionales (piloto tradicional)	Termotanque tradicional 150 lt	932,46	-	1818,30
	Calderaa Gas 20000 Kcal/h	2052,18	-	4001,75
Equipos con encendido automatico	Caldera a Gas 20000 Kcal/h	1866,18	-	3639,05
Instalacion solar	Calefón a gas 20 lt/min	204,72	-	399,20
	Resistencia 2,00 KW	-	1992,77	996,39

Al instalar un colector solar para calentar el agua se disminuyen drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Considerando que el emprendimiento albergará a 1.382 familias, el impacto total del barrio será

Tabla XVI: cuadro resumen consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> total emprendimiento.

Impacto Ambiental		Gas (m <sup>3</sup> /año)	Kwh/año	Emision anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
Equipos tradicionales (piloto tradicional)	Termotanque tradicional 150 lt	1.288.660	-	2.512.886
	Caldera a Gas 20000 Kcal/h	2.836.113	-	5.530.420
Equipos con encendido	Caldera a Gas 20000 Kcal/h	2.579.061	-	5.029.168
Instalacion solar	Calefón a gas 20 lt/min	282.920	-	551.693
	Resistencia 2,00 KW	-	2.754.011	1.377.005

Si comparamos las alternativas solares versus una instalación tradicional con termo tanque las emisiones disminuyen entre un 45% (Eléctrico) y 78% (Gas). Ahora si comparamos contra una caldera, las emisiones disminuyen entre un 70% (Eléctrico) y 90% (Gas).

Desde el punto de vista ambiental, la variante instalación solar con calefón a gas como equipo de apoyo es la que menos emisiones de CO<sub>2</sub> registra, por lo que resulta la más amigable para el medio ambiente de las alternativas.

#### 5.1.10 Costos estimados de las instalaciones propuestas.

A continuación analizaremos el costo de la instalación propuestas versus una instalación convencional teniendo en cuenta las siguientes salvedades:

- i) Solo costaremos los elementos diferenciales a una instalación convencional.
- ii) Las comparaciones se harán contra un termo tanque a gas, siendo esta la instalación básica en cualquier hogar.
- iii) Consideramos que el sistema de tuberías, mano de obra e instalación ya forman parte de la construcción de cualquier vivienda, por lo tanto serán excluidas del cálculo.

A continuación se adjunta la comparativa de precios de las alternativas propuestas. Los colectores solares se cotizaron con la empresa Inteva (dedicada a emprendimientos de energía solar), mientras que para los equipos tradicionales se utilizaron sitios reconocidos a fin de tener precios de referencia.

Tabla XVII: costo estimado para cada alternativa

Alternativas	Precio Sep'14
<b>Sistemas tradicionales</b>	<b>\$ 5.979,00</b>
Termotanque a Gas 150l - Rheem	\$ 5.979,00
<b>Sistema Solar Pasivo con equipo apoyo a Gas</b>	<b>\$ 16.796,14</b>
Colector solar 3m2 (30 tubos) con tanque 300 lt	\$ 10.670,00
Válvula mezcladora termostática	\$ 801,14
Calefón a Gas 20 lt/min Orbis Digital 320KPO	\$ 5.325,00
<b>Sistema Solar Pasivo variante electrica</b>	<b>\$ 12.346,14</b>
Colector solar 3m2 (30 tubos) con tanque 300 lt	\$ 10.670,00
Válvula mezcladora termostática	\$ 801,14
Resistencia electrica 2 KW + Termostato	\$ 875,00
<b>Sistema Solar Presurizado con equipo apoyo a Gas</b>	<b>\$ 20.491,14</b>
Colector solar 3m2 (30 tubos) con tanque 300 lt	\$ 14.365,00
Válvula mezcladora termostática	\$ 801,14
Calefón a Gas 20 lt/min Orbis Digital 320KPO	\$ 5.325,00
<b>Sistema Solar Presurizado variante electrica</b>	<b>\$ 16.041,14</b>
Colector solar 3m2 (30 tubos) con tanque 300 lt	\$ 14.365,00
Válvula mezcladora termostática	\$ 801,14
Resistencia electrica 2 KW + Termostato	\$ 875,00

\* Fuentes: [Mercadolibre.com.ar](http://Mercadolibre.com.ar); [Hissuma-materiales.com.ar](http://Hissuma-materiales.com.ar); [fravega.com.ar](http://fravega.com.ar); Inteva.

Ambas alternativas con resistencia eléctrica eléctricas son las opciones que requieren una menor inversión inicial, pero a costa de un mayor grado de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera. El diferencial con las alternativas con equipo de apoyo a gas rondan los \$4300 y estas últimas, comparadas con la alternativa eléctrica, emiten aproximadamente un 60% menos de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

### 5.1.11 Evaluación de las alternativas.

A continuación analizaremos las diferentes alternativas bajo la siguiente metodología:

#### i. Alternativas equipo de apoyo a gas.

Se define el consumo de gas de una familia tipo del emprendimiento, sin instalación de un sistema térmico solar, en 4.200 m<sup>3</sup>/anual (en promedio), con una tarifa promedio de gas \$0,90/m<sup>3</sup> (incluyendo impuestos).

Restando el ahorro anual de gas (727,74 m<sup>3</sup>/año) al consumo de una familia tipo sin sistema solar, se calcula el consumo de gas con sistema solar (3.472,26 m<sup>3</sup>/año) y la nueva tarifa promedio de gas \$0,69/m<sup>3</sup> (incluyendo impuestos).

Multiplicando el ahorro de gas por la tarifa \$0,90/m<sup>3</sup> y sumando el consumo de gas multiplicado por la diferencia entre las tarifas \$0,69/m<sup>3</sup> y \$0,90/m<sup>3</sup> obtenemos el ahorro de gas anual resultante de \$1.375,50.

Ahora si vemos cual es el % adicional sobre el valor de la propiedad si se implementan estas alternativas, se obtiene como resultado un 1,14 % si se opta por un termo tanque solar pasivo y un 1,39% optando por un termo tanque solar presurizado.

## ii. Alternativas con resistencia incorporada.

Se repiten los pasos del punto anterior pero debe agregarse una variante para el cálculo del ahorro anual.

Como se cambia el uso de gas por electricidad se deben definir dos tarifas adicionales, la tarifa Edenor asociada al consumo de una familia tipo sin la instalación solar T1-R2 (valor \$0,522/Kwh incluyendo impuestos) y la tarifa que pasa a facturar Edenor con el aumento del consumo de electricidad por instalar la resistencia T1-R5 (valor \$0,525/Kwh incluyendo impuestos y subsidio).

Multiplicando el aumento de uso de energía eléctrica por la tarifa T1-5 y sumando el consumo de electricidad multiplicado por la diferencia entre las tarifas T1-5 y T1-2 obtenemos consumo extra de electricidad anual resultante de \$1056,29. Debemos restar este consumo extra al ahorro por el menor consumo de gas y obtenemos un ahorro anual de \$319,21.

Evaluando es el % adicional sobre el valor de la propiedad si se implementan estas alternativas, se obtiene como resultado un 0,84 % si se opta por un termo tanque solar pasivo y un 1,09% optando por un termo tanque solar presurizado.

Habiendo realizado el análisis de impacto ambiental, técnico y económico de las alternativas propuestas y teniendo en cuenta que el emprendimiento intenta ser verde desde su concepción, desde el punto de vista ecológico y de ahorro anual, se descarta la utilización de una resistencia eléctrica como equipo de apoyo por los diferentes motivos:

- Las alternativas con equipo de apoyo a gas resultaron dar ahorros mayores anuales con resultados menos contaminantes generando un 78% menos de emisiones de CO<sub>2</sub>.

- Si bien el diferencial de precio promedio ronda el 25% a favor de las instalaciones con resistencia eléctrica, y por lo tanto la inversión inicial es mejor, el costo de los equipamientos está en el orden del 0,84% al 1,39% del valor total de la propiedad, y si se evalúa el total % de esa diferencia se repaga en el período de 4 años utilizando la variante a gas.
- Los tanques solares permiten ser adaptados para colocar una resistencia eléctrica, y si en algún momento el gas escasea o su precio se dispara (menos que el de la electricidad), el propietario puede instalar la resistencia eléctrica para generar ACS.

Debido a lo expuesto recomendamos fuertemente a los clientes del emprendimiento la instalación de termo tanques solares presurizados con equipos de apoyo a gas, debido a que son más eficientes, pueden trabajar a una menor temperatura ambiente y no necesitan de un tanque de acumulación para funcionar ya que pueden trabajar conectados a la red de agua potable.

## **5.2 USO DE ILUMINACIÓN LED E ILUMINACIÓN NATURAL.**

Tradicionalmente alrededor de un tercio (32% según I.N.T.I.) de la energía consumida en un hogar es destinada a la iluminación, por tal motivo prestaremos especial atención a este consumo.

La iluminación sustentable de una vivienda no solo debe abordarse desde el plano de los consumos, sino también teniendo en cuenta la iluminación natural desde el diseño propiamente dicho.

### **5.2.1 Iluminación natural.**

La iluminación natural es la práctica de colocar las ventanas u otras aberturas y superficies reflectantes a fin de que durante el día la luz natural ofrezca una eficaz iluminación interior. Se presta especial atención a la iluminación natural en el diseño de una vivienda con el objetivo es maximizar el confort visual y reducir el uso de energía eléctrica.

### 5.2.2 Tubos solares.

Este sistema de iluminación natural (Fig. 16) que, a través de tubos de alta reflectividad, permite capturar la luz del sol y esparcirla por el interior de cualquier habitación.

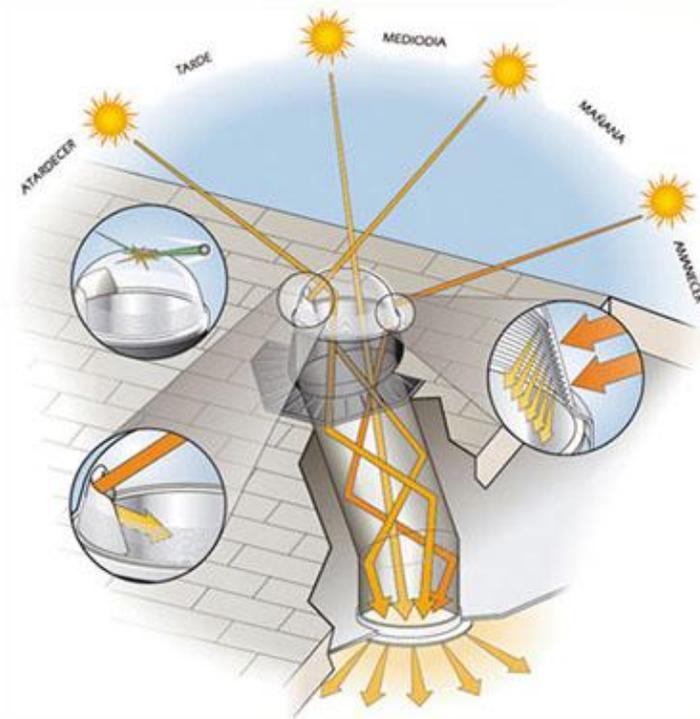


Figura 16: tubo solar

Si se combina con una lámpara LED en su interior el artefacto podrá ser utilizado como un aplique convencional en los momentos que este no aporte luz natural.

Se recomienda a los propietarios el uso de este sistema para ambientes que no poseen ventanas o la iluminación natural es escasa como baños, vestidores, lavaderos, oficinas y estudios, cocinas, etc.

Sus principales ventajas son el ahorro de energía eléctrica, su instalación no requiere realizar modificaciones estructurales al techo, no necesita mantenimiento y filtra rayos UV. Como contrapartida la instalación debe estar correctamente aislada para que la transferencia calórica al exterior sea mínima en pos de la eficiencia térmica del hogar.

### **5.2.3 Iluminación artificial.**

Los sistemas LED (diodo emisor de luz) y las lámparas de bajo consumo, consisten una buena alternativa para cubrir las necesidades lumínicas de cualquier hogar proporcionando ventajas en el ahorro de la energía.

Teniendo en cuenta las implicancias de cada una de las opciones plantearemos un sistema de iluminación hogareña donde se utilicen lámparas o dispositivos LED para interiores y exteriores.

### **5.2.4 Lámpara Fluorescente Compacta (LFC o bajo consumo).**

El ahorro energético que una Lámpara Fluorescente Compacta (LFC) ofrece es del 65% al 75% respecto de una lámpara incandescente ofreciendo la misma potencia lumínica, los fabricantes indican rangos de vida útil entre 5000 y 12000 hs.

No es recomendable usar este tipo de lámparas en espacios donde se prenden y se apagan constantemente (como el baño o la cocina). Al prenderlas y apagarlas constantemente se reduce sensiblemente su vida útil.

Si bien son una buena alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica, tienen como punto desfavorable por su contenido mercurio (alrededor de 2 miligramos, cien veces menos que un clásico tubo fluorescente).

El mercurio es un material peligroso que tiene efectos bioacumulativos en toda la cadena trófica por lo cual es indispensable tomar precauciones. Es por ello que junto al plan de recambio de lámparas incandescentes por las de bajo consumo es imprescindible la instrumentación de un plan de recolección diferenciada, considerando a estas lámparas como residuos electrónicos. En el Senado de la Nación se está trabajando en un proyecto de ley para el tratamiento de éste tipo de residuos.

Pese a eso, la utilización de LFC reduce ampliamente el impacto ambiental por el ahorro de energía que conlleva, lo que reduce la utilización de combustibles que también emiten mercurio y otros elementos contaminantes, y en una cantidad mayor; y las emisiones de gases efecto invernadero. Todos los estudios de análisis de ciclo de vida completo (desde la fabricación hasta disposición final) muestran un balance ambientalmente positivo con las LFC.

### 5.2.5 LED.

Un led (LED: Light-Emitting Diode: ‘diodo emisor de luz’) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia. El color, depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo.

La tecnología LED en los próximos años pasará a tener un papel vital para el cuidado del medio ambiente desde la iluminación (hogar, luz de los semáforos, teléfonos móviles, ordenadores, electrodomésticos, etc.).

Los sistemas de iluminación LED, se caracterizan por su larga duración y su bajo consumo, se estima que tienen una duración aproximada de 70.000 horas, por lo que pueden llegar a durar hasta 40 años. Además, por su funcionamiento conlleva una importante reducción de emisión de calor, debido a que las bombillas LED transforman hasta el 98% de su energía en luz y sólo un 2% en calor.

El 98% de la energía que consume una bombilla LED se transforma en luz. En otras formas de iluminación se desperdicia gran parte de la electricidad utilizada en forma de calor. Las bombillas incandescentes, por ejemplo, sólo transforman en luz el 5% de la energía, el 95% restante se convierte en calor. En las fluorescentes el porcentaje de energía desperdiciada en forma de calor es del 71,5%.

El mayor inconveniente que tiene el LED sin duda es su precio, pero si se evalúan sus múltiples e inmejorables condiciones de funcionamiento, y sobre todo su larga vida en comparación con los demás sistemas de iluminación, estamos en condiciones de afirmar que es la inversión más sensata y eficiente que se puede hacer.

### 5.2.6 Diferencias entre LED y LFC.

La gran diferencia entre las lámparas LED y las de bajo consumo, radica en que las LED no contienen ningún elemento tóxico y alcanzan el 100% de su rendimiento desde el mismo momento que las encendemos. En cambio las lámparas de bajo consumo tienen un

tiempo de respuesta más lento y han de ser recicladas con tratamiento de residuos peligrosos, algo que desconoce gran cantidad de población.

Si una lámpara se va a utilizar durante ciclos de menos de 40 segundos (aprox.) no es recomendable que sea de bajo consumo, ya que en el encendido su consumo es tan alto que no compensaría el ahorro posterior, además, su vida útil sería demasiado corta si la utilizamos de este modo. Lo recomendable es utilizar lámparas LED ya que su vida útil es mayor, hasta 70.000 horas, y la operación de encendido no las afecta. Además, al no tener filamento, no es posible que se fundan.

### 5.2.7 Comparativa de consumo, ahorro anual, vida útil, precio y emisiones de CO<sub>2</sub>.

Se puede observar que un sistema de iluminación LED, por norma general tendrá, aproximadamente, un consumo un 50% inferior si lo comparamos con LFC y un 80% inferior si lo comparamos con bombillas tradicionales. A su vez las LFC presentan un 65% menor de consumo que las lámparas incandescentes tradicionales.

Tabla XVIII: potencias por cada tipo de bombilla.

Bombilla incandescente [W]	Halógena [W]	LFC [W]	LED [W]
25	20	9	5
60	42	20	10
100	70	30	15

Tabla XIX: consumo por cada tipo de bombilla.

Bombilla incandescente [kwh]	Halógena [kwh]	LFC [kwh]	LED [kwh]
0,025	0,02	0,009	0,005
0,06	0,042	0,02	0,01
0,1	0,07	0,03	0,015

Ahora si comparamos la vida útil de las diferentes alternativas, podemos ver que las lámparas LED están muy por encima del resto.

Tabla XX: vida útil por cada tipo de bombilla.

	Bombilla Halógena	LFC	LED
Vida útil [hs]	2000	5000 a 12000	70000

Suponiendo un uso diario aproximado de 6 horas las lámparas halógenas deberá ser cambiadas cada 11 meses, las LCF cada 2 años y medio, y las LED cada 32 años.

Analizando el impacto ambiental de las lámparas LFC versus las lámparas LED, observamos que las lámparas LED presentan una emisión de 248 gCO<sub>2</sub>/año mucho menor que los 496 gCO<sub>2</sub>/año que emiten las LFC.

Tabla XXI: consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> LFC.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día (hs)	Consumo diario unitario en (Wh)	Equipos funcionando o en simultaneo	Consumo diario total (Wh)	Consumo anual total (Wh)	Mix Eléctrico (gCO <sub>2</sub> /Kwh)	Emisión anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
10	Lámpara LFC	20	8	160,00	5,00	800	292000	500,0	146
15	Lámpara LFC	30	8	240,00	8,00	1920	700800		350
						<b>2720</b>	<b>992800</b>		<b>496</b>

Tabla XXII: consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> LED.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día (hs)	Consumo diario unitario en (Wh)	Equipos funcionando o en simultaneo	Consumo diario total (Wh)	Consumo anual total (Wh)	Mix Eléctrico (gCO <sub>2</sub> /Kwh)	Emisión anual de CO <sub>2</sub> (Kg/año)
10	Lámpara LED	10	8	80,00	5,00	400	146000	500,0	73
15	Lámpara LED	15	8	120,00	8,00	960	350400		175
						<b>1360</b>	<b>496400</b>		<b>248</b>

Si este impacto lo trasladamos a todas las viviendas que componen el emprendimiento (1.382) se evitará emitir a la atmósfera 342.736 Kg de CO<sub>2</sub> por año.

Calcularemos los consumos anuales de electricidad que generan ambas alternativas suponiendo que la tarifa de la vivienda es del tipo T1-R2 (sin subsidio).

Tabla XXIII: consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> instalación hogareña LFC.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día (hs)	Consumo diario unitario en (Wh)	Equipos funcionando en simultaneo	Consumo anual total (Wh)	Precio \$/Kwh	Consumo \$/año
10	Lampara LFC	20	8	160,00	5,00	292000	0,52	\$ 152,41
15	Lampara LFC	30	8	240,00	8,00	700800		\$ 365,78
						<b>992800</b>		<b>\$ 518,19</b>

Tabla XXIV: consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> instalación hogareña LED.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día (hs)	Consumo diario unitario en (Wh)	Equipos funcionando en simultaneo	Consumo anual total (Wh)	Precio \$/Kwh	Consumo \$/año
10	Lámpara LED	10	8	80,00	5,00	146000	0,52	\$ 76,20
15	Lámpara LED	15	8	120,00	8,00	350400		\$ 182,89
						<b>496400</b>		<b>\$ 259,10</b>

Y por lo tanto el ahorro de implementar luminarias LED será de \$259,10/año.

En cuanto a precios podemos la opción más económica son las lámparas halógenas pero estas no están permitidas en el emprendimiento debido a su baja eficiencia energética. Ahora si comparamos las dos alternativas propuestas, las lámparas LED son entre 4 a 7 veces más costosas que las lámparas LFC.

Tabla XXV: precios bombillas Halógena, LFC y LED.

[W] equivalente a incandescente	Precio en Pesos Septiembre 2014		
	Bombilla Halógena	LFC	LED
<b>25</b>	<b>\$15 a \$20</b>	<b>\$40 a \$50</b>	<b>\$140 a \$160</b>
<b>60</b>	<b>\$20 a \$25</b>	<b>\$50 a \$60</b>	<b>\$200 a \$250</b>
<b>100</b>	<b>\$25 a \$30</b>	<b>\$80 a \$100</b>	<b>\$600 a \$680</b>

\* fuente: [www.sodimac.com.ar](http://www.sodimac.com.ar); [mercadolibre.com.ar](http://mercadolibre.com.ar); [ledlightstore.com.ar](http://ledlightstore.com.ar)

A continuación haremos la comparación de una instalación hogareña con 25 apliques de luz donde el 60% de los mismo son del equivalente a 100W de incandescente y el otro 40% de 60 W.

Tabla XXVI: costo instalación LFC vs LED.

Potencia eq. lampara incand.	Cantidad de lamparas	Costo en Pesos a Septiembre 2014	
		LFC	LED
60 W	10	\$ 550	\$ 2.250
100 W	15	\$ 1.350	\$ 9.600
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>\$ 1.900</b>	<b>\$ 11.850</b>

El costo de la instalación LED es 6,25 veces mayor que el costo de lámparas LFC, disminuyen a la mitad la facturación anual destinada a iluminación en el hogar, su vida útil (dependiendo de su uso) es de 32 años (13 veces más que las LFC), tanto el consumo como el impacto ambiental son un 50% menor y viendo que el diferencial de costo por instalar luminarias LED comparado con el costo de construcción de una vivienda es del 0,8%, el emprendimiento instalará la política de iluminación 100% LED en viviendas y edificios comunes del barrio.

### 5.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

La energía solar fotovoltaica es un método directo de producción de energía eléctrica, ya que mediante el uso de células solares, la luz solar es convertida directamente en electricidad.

Los sistemas pueden distinguirse principalmente en:

- i) **Aislados:** producen electricidad sin ningún tipo de conexión a la red eléctrica, son utilizados en zonas geográficas donde no se dispone de tendido eléctrico.
- ii) **Conectados a la red:** el sistema solar trabaja conectado a la red eléctrica. En países con políticas energéticas más avanzadas el usuario vende la energía eléctrica captada durante el día (momento de mayor consumo) a la red y mientras que la vivienda utiliza la energía para consumo proveniente de la red. Por el momento esto no es posible en nuestro país.

En este trabajo solo analizaremos la instalación fotovoltaica aislada ya que por el momento ninguna prestadora de servicios en Buenos Aires acepta el esquema de venta de energía solar a la red.

### 5.3.1 Marco Teórico.

El efecto fotovoltaico fue descubierto por Heinrich Hertz en 1887, al observar que el arco que salta entre dos electrodos conectados a alta tensión alcanza distancias mayores cuando se ilumina con luz ultravioleta que cuando se deja en la oscuridad. Luego la explicación teórica fue hecha por Albert Einstein basando su formulación de la fotoelectricidad en una extensión del trabajo sobre los cuantos de Max Planck.

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones irradiados por el sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, y así es como se genera la corriente eléctrica.

### 5.3.2 Componentes de una instalación solar aislada.

Una instalación solar fotovoltaica aislada tiene el esquema y componentes principales como se muestran en la siguiente figura (Fig. 17)

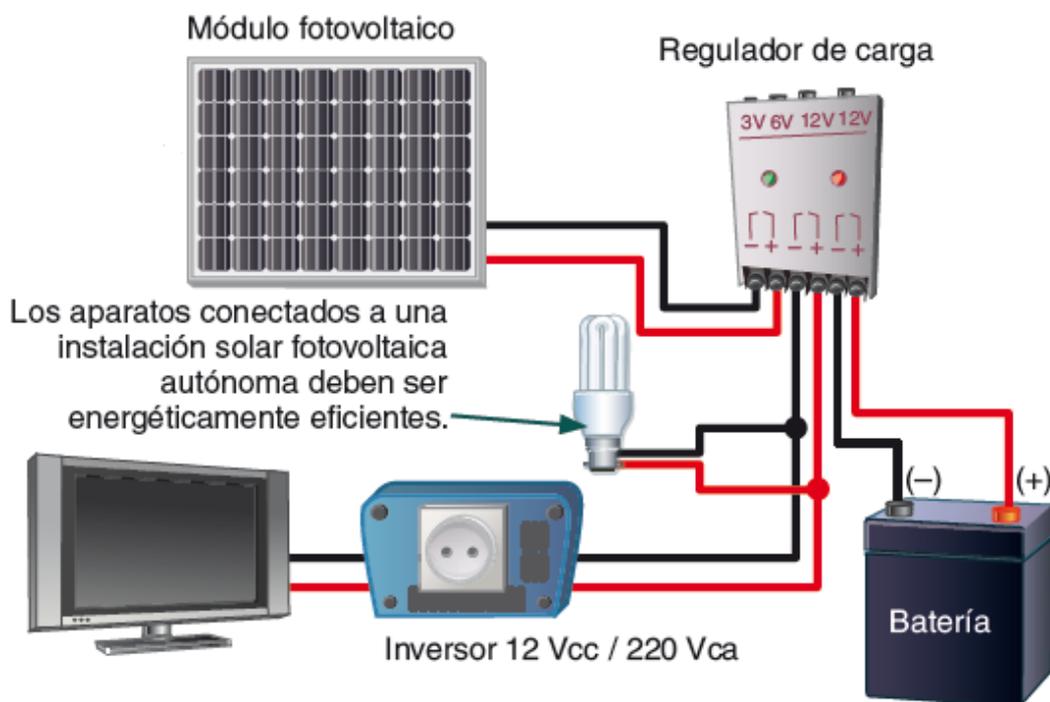


Figura 17: componentes instalación solar fotovoltaica aislada

**i. Módulos fotovoltaicos.**

El elemento esencial de todo sistema generador de energía eléctrica solar es la célula fotovoltaica. Esta es la encargada de generar la energía eléctrica basando su funcionamiento en el efecto fotovoltaico.

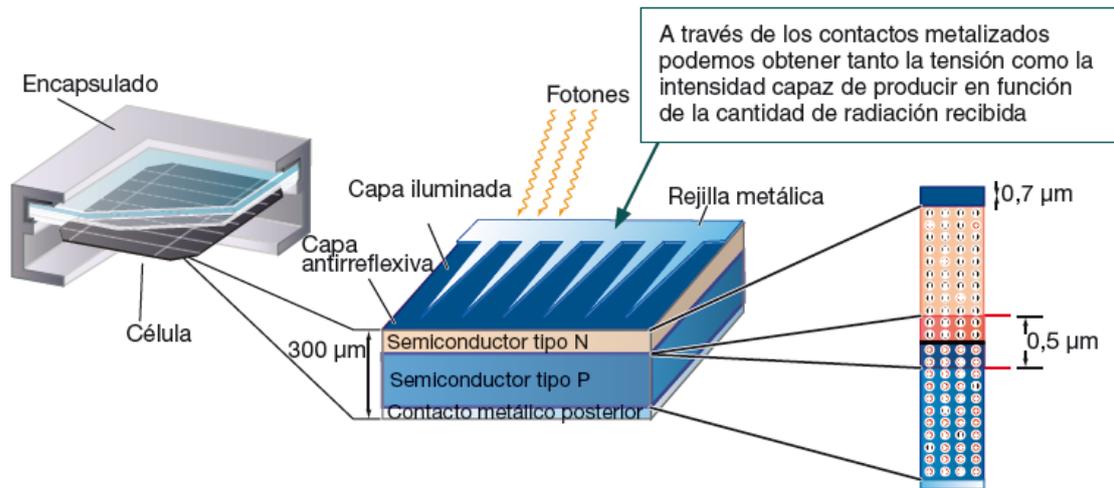


Figura 18: diagrama explicativo célula solar fotovoltaica

Un panel solar o modulo fotovoltaico es un conjunto de células conectadas (en serie o paralelo) entre sí, montadas en una estructura marco. Proporciona una tensión continua (6 V, 12 V, 24V...) que definirá la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico. Dependiendo el tipo de instalación estos pueden estar conectados en serie o paralelo.

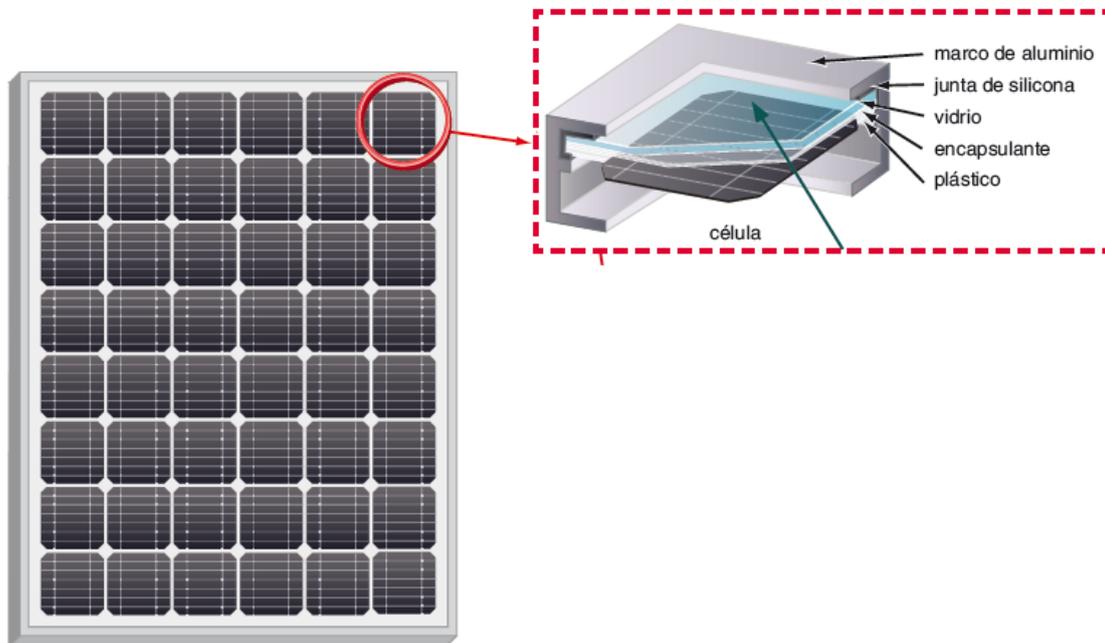


Figura 19: construcción panel solar fotovoltaico

Existen de varios tipos pero los más utilizados para instalaciones hogareñas son los paneles con tecnología monocristalina y policristalina. Los paneles solares monocristalinos y policristalinos, con uniones en serie de sus células, rondan los 12-18 voltios para uniones de 36 células y los 24-34 voltios para uniones de 72 células.

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Figura 20: tipos de paneles solares

Para protegerlas de los agentes atmosféricos y aislarlas eléctricamente, dichas celdas son encapsuladas con material plástico EVA (etil-vinil-acetato) estable a la radiación ultravioleta. El frente expuesto al sol es de vidrio templado de alta transparencia y de 4 mm de espesor que lo otorga mayor resistencia al impacto (lo hace resistente a la caída de granizo), mientras que la cara posterior es de una lámina plástica compuesta de elevada resistencia

mecánica y eléctrica. El marco de aluminio anodizado asegura rigidez estructural y facilita su instalación.

Los parámetros más importantes a tener en cuenta para la elección de un panel solar son

- **Potencia máxima ( $P_{mpp}$ ):** es el valor pico de potencia, es decir, la máxima potencia que puede entregar el panel en un momento.
- **Tensión en el punto de máxima potencia ( $V_{mpp}$ ):** es el valor en voltios que proporcionará el panel trabajando a máxima potencia.
- **Intensidad en el punto de máxima potencia ( $I_{mpp}$ ):** valor de la corriente proporcionada por el panel trabajando a máxima potencia.
- **Intensidad de cortocircuito ( $I_{sc}$ ):** intensidad que circula por el panel cuando la salida esta cortocircuitada.
- **Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ):** tensión en los terminales de conexión cuando no hay ninguna carga conectada.
- **Curva de potencia:** es facilitada por el fabricante y permite el cálculo de  $I_m$  y  $V_m$  (Fig. 21).

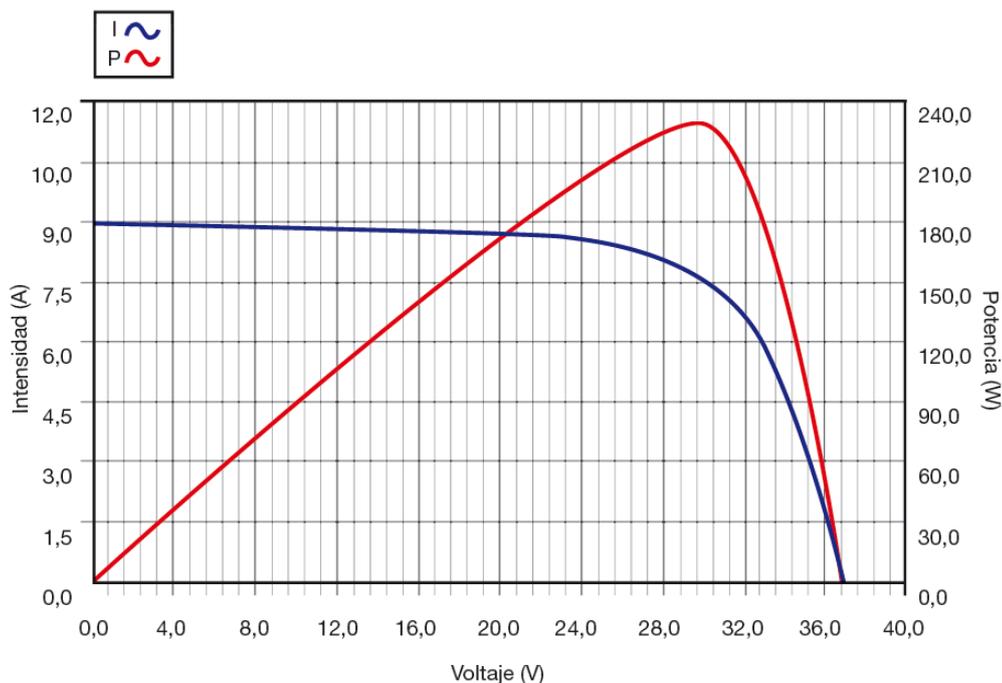


Figura 21: curva de potencia panel solar

## ii. Regulador.

Es el encargado de controlar la carga de las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas. Un regulador se puede entender como un interruptor, cerrado y conectado en serie entre paneles y batería para el proceso de carga y abierto cuando la batería está totalmente cargada. Las intensidades máximas de entrada y salida del regulador adecuado para cada aplicación, dependerán de la corriente de máxima que pueda producir el sistema de generación fotovoltaico para la entrada y la corriente máxima de las cargas para la salida. Para tener en cuenta los posibles picos corriente es recomendable elegir un regular con un 15-25% superior a la corriente de cortocircuito que le puede llegar del sistema de generación fotovoltaico ( $I_{\text{entrada}}$ ) o bien, de la que puede consumir la carga del sistema ( $I_{\text{salida}}$ ). La elección del regulador será aquel que soporte la mayor de las dos corrientes calculadas.

Los parámetros más importantes a tener en cuenta para la elección de un regulador son

- **Tensión nominal:** es la tensión de trabajo de la instalación, y se corresponde con la tensión nominal de las baterías.
- **Intensidad máxima de generación ( $I_{\text{entrada}}$ ):** es la máxima recibida desde los paneles solares.
- **Intensidad máxima de consumo ( $I_{\text{salida}}$ ):** intensidad a proporcionar donde se van a conectar los equipos del usuario.
- **Sobrecarga:** porcentaje sobre el valor nominal que aguanta el regulador sin romperse.

## iii. Baterías (o acumuladores).

Son las encargadas de acumular la energía eléctrica generada por el sistema de generación fotovoltaico para poder disponer de ella en las horas del día que no haya luz solar.

El criterio a utilizar a la hora de escoger el voltaje del módulo fotovoltaico que necesitamos para nuestro sistema se podría resumir, de modo genérico, en la siguiente tabla:

Tabla XXVII: potencia demandada vs tensión de trabajo para selección de voltaje baterías.

Potencia demandada por las cargas (W)	Tensión de Trabajo (V)
Menor de 1.500	12
1.500 - 5.000	24 ó 48
Mayor de 5.000	120 ó 300

Fuente: Sunfields Europe

La profundidad de descarga máxima es el nivel máximo de descarga que se le permite a la batería, para proteger la duración de la misma. Está relacionado con la vida útil del acumulador. Si los ciclos de descarga son cortos (entorno al 20%), la duración de acumulador será mayor que si se le somete a descargas profundas (por ejemplo del 80%). En instalaciones fotovoltaicas no se buscan descargas agresivas, sino más bien progresivas, por esta razón las baterías a utilizar suelen ser con descarga de 100 horas, pues cuanto más intensa es la descarga de una batería menos energía es capaz de suministrarlos.

Las baterías más utilizadas en instalaciones solares son las de plomo-ácido, por las características que presentan.

**iv. Inversor.**

Es el encargado de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la red eléctrica: 220V valor eficaz y una frecuencia de 50Hz.

Las siguientes características son deseables para la elección de un inversor de DC-AC

- **Alta eficiencia**, debe funcionar en un alto rango de potencias.
- **Bajo consumo en vacío**, es decir, cuando no hay cargas conectadas.
- **Alta fiabilidad**, resistencia a los picos e arranque.
- **Protección contra cortocircuitos.**
- **Buena regulación de la tensión y frecuencia de salida.**

A la hora de dimensionar el inversor, se tendrá en cuenta la potencia que demanda la suma de todas las cargas AC en un instante, de este modo se elegirá un inversor cuya potencia nominal sea superior (valor a determinar según el tipo de cargas conectadas) a la demandada por las cargas, suponiendo su funcionamiento al mismo tiempo.

Los parámetros más importantes a tener en cuenta para la elección de un regulador son

- **Tensión de entrada:** debe coincidir con la tensión nominal de las baterías.
- **Potencia nominal:** es la potencia que es capaz de entregar el inversor a la instalación.
- **Potencia en vacío:** cuando no hay carga conectada.
- **Rendimiento máximo:** indica la potencia real entregada por el conversor, que siempre es menor que la potencia nominal del mismo.
- **Frecuencia de la señal:** debe coincidir con la de la red eléctrica y ser muy estable.

El tipo de inversor que asegura el abastecimiento de energía eléctrica a la vivienda y por lo tanto el recomendado para nuestro país, es aquel que permita la selección de modos de trabajo entre SOLAR PRIMERO y RED PRIMERO. Cuando el equipo está en modo SOLAR PRIMERO, el equipo utiliza energía solar y no de la red. Por el contrario cuando el equipo este en modo RED PRIMERO, el sistema carga las baterías mediante energía solar y las mantendrá en espera y si se produce un corte de energía el mismo se activará automáticamente continuando con el suministro.

### 5.3.3 Descripción básica de una instalación solar fotovoltaica conectada a la red.

Como se describió al inicio de este capítulo, las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red están compuestas por los generadores (conjunto de paneles solares), un inversor que transforma la corriente a la requerida por la red y un sistema de 2 contadores, uno para el consumo de energía de la vivienda y el otro para contabilizar la entrega de energía eléctrica producida por la instalación solar a la red.

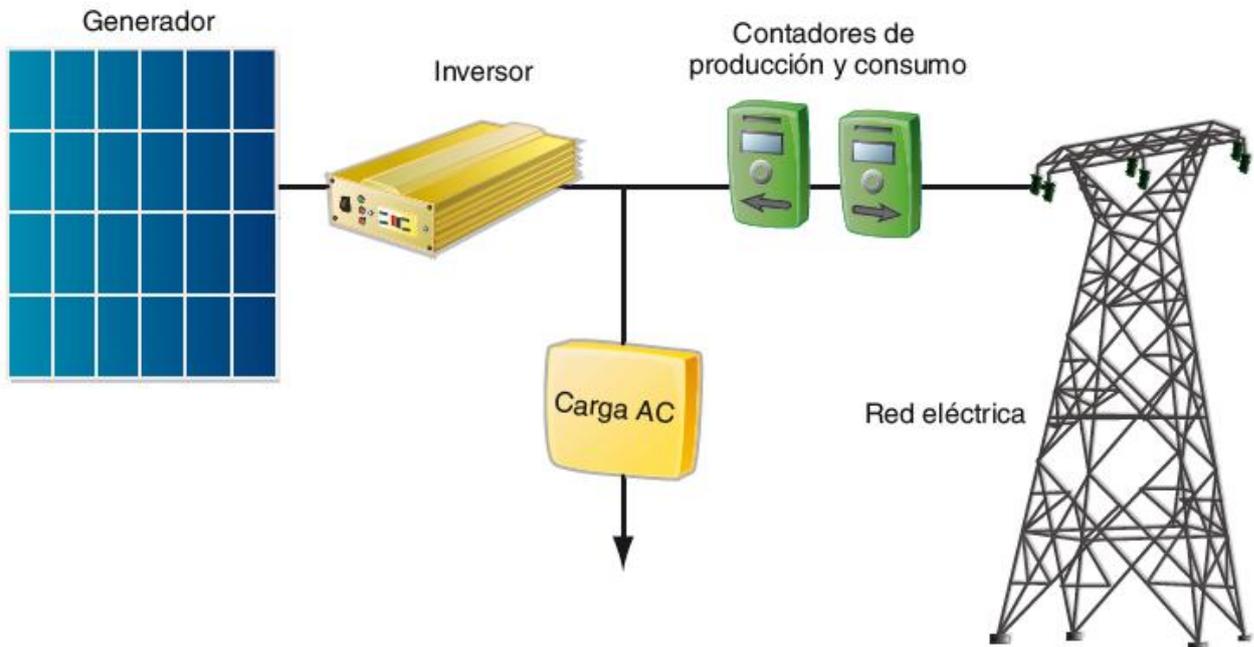


Figura 22: diagrama sistema solar fotovoltaico conector a la red eléctrica.

La diferencia con una instalación aislada es que en no hay acumulación de energía (se elimina el banco de baterías y los reguladores de carga), es decir, la vivienda no consume la energía producida por el generador solar sino que consume la energía proveniente de la red eléctrica y la energía generada por el sistema fotovoltaico es “vendida” a la red descontando así de la factura del prestador del servicio.

Como mencionamos, hoy en día en nuestro país, no es posible “vender” energía a la red pero creemos que debido a la situación energética del país, en los próximos años deberá discutirse una ley que promueva esta práctica y así cada vivienda podrá transformarse en una pequeña planta eléctrica generando cero emisiones al medio ambiente.

### 5.3.4 Diseño básico de la instalación solar fotovoltaica mínima que requiere el emprendimiento.

A continuación haremos un análisis de la instalación mínima que el propietario debería instalar en su vivienda.

#### i. Ubicación e inclinación de los paneles solares.

El objetivo de toda instalación es capturar la máxima radiación solar posible, para lograr este fin los paneles deben estar orientados hacia el Norte con una inclinación entre 40°

y 45° del suelo. Es importante al diseñar la instalación los paneles no reciban sombra en ningún momento del año.

**ii. Estimación del consumo.**

Para poder dimensionar el sistema fotovoltaico a utilizar es necesario estimar el consumo mensual y la potencia pico (de artefactos funcionando simultáneamente) que soportará el sistema. Partimos de la base de que la vivienda es uso diario durante todo el año.

Según el documento de trabajo N°20 “Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética: un enfoque de regresión cuantílica”, de la Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas (FIEL), la media de consumo de electricidad bimestral por familia (entre 3 y 4 integrantes) en el conurbano es de 508 Kwh (3048 Kwh/año).

Las familias que tendrán acceso al emprendimiento serán de clase media a media alta, y permitirá a que estas tengan un mayor acceso a artefactos eléctricos por lo tanto suponemos que el consumo será un 20% mayor que el promedio, quedando así un consumo de 610 Kwh bimestrales (3660 Kwh/año).

El emprendimiento toma como instalación mínima a un sistema solar que abastezca como a todas las luminarias del hogar y heladera (equipos de mayor consumo), que representan aproximadamente el 35% del consumo de energía eléctrica en una vivienda.

Suponiendo los siguientes consumos de una familia promedio según Tabla XXVIII:

Tabla XXVIII: “consumos estimados familia promedio”

Unidad	Carga	Potencia Unitaria (W)	Potencia máxima simultanea (W)	Horas de funcionamiento al día (hs/equipo)	Consumo diario unitario en (Wh)	Equipos funcionando en simultaneo	Consumo diario total (Wh)
1	Heladera c/Freezer (360 l)	200	200	24	2124,59	1,00	2125
10	Lámpara LED 10 w	10	100	8	80,00	5,00	400
15	Lámpara LED 15 w	15	225	8	120,00	8,00	960
			525				3485

\*fuente I.N.T.I. y elaboración propia consultado especificación de fabricantes de electrodomésticos.

De esta manera se puede obtener el consumo medio diario de la instalación de 3,485 Kwh. Para un correcto dimensionamiento aplicaremos un 20% de coeficiente de seguridad para asegurar que cualquier variación en el consumo de los artefactos conectados este cubierta por la instalación, por lo tanto el consumo medio de la instalación será de 4,181 Kwh.

**iii. Estimación de pérdidas y consumo medio.**

Para el dimensionamiento de la instalación se toma un rendimiento genérico de la batería de un 95%, del inversor de 90% y de los conductores un 100%.

Por lo tanto consideramos la siguiente expresión (5) para el cálculo de consumos medios ( $L_{medio}$ ):

$$L_{medio} = (L_m \text{ en AC} / \eta_{inversor}) / (\eta_{batería} * \eta_{conductores}) = (4181 / 0,9) / (0,95 * 1) = 4890 \text{ Wh/día} \quad (5)$$

**iv. Cálculo de paneles solares necesarios.**

La instalación solar deberá dimensionarse para el mes más desfavorable del año, que en nuestro país es Junio. Utilizando el software “Enertik Power Desgin” obtenemos la irradiación solar para dicho mes (Fig. 23).



Figura 23: simulación intensidad de la radiación solar incidente en superficie a 45°

Para obtener la irradiación diaria dividimos la irradiación mensual por 30 días y obtenemos el valor promedio para el mes de Julio de 3,6 Kwh/m<sup>2</sup>.

Un concepto fundamental para el cálculo es el de “Horas de Sol Pico” o HPS que se puede definir como le número de horas en que se dispone de una hipotética irradiancia solar

constante de  $1000 \text{ W/m}^2$ . Para calcular entonces el HPS se debe dividir el valor de la irradiación incidente entre el valor de la potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida (STC), pues en esas condiciones se cumplen las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos.

$$\text{HPS} = 3600 \text{ W/m}^2 / 1000 \text{ W/m}^2 = 3,6 \text{ HPS.} \quad (6)$$

Procedemos ahora a calcular el número total de módulos necesarios

$$N_T = L_m / ( P_{\text{mpp}} * \text{HPS} * \text{PR} ) \quad (7)$$

Donde:

$P_{\text{mpp}}$  = potencia pico del módulo, se toma el valor 235W (módulos más comunes en nuestro país)

PR = factor global de funcionamiento, se toma 0,9 por defecto.

Entonces obtenemos de utilizar la formula (7)

$$N_T = 4890 \text{ Wh/día} / (235 * 3,6 * 0,9) = 6,42 \quad (8)$$

Por lo tanto para dotar de la energía necesaria la instalación deberá contar con mínimamente 6 paneles solares conectados en paralelo.

#### v. **Dimensionamiento del banco de baterías.**

Debido a que la instalación se encuentra por debajo de los 1500W es recomendado utilizar baterías de 12 V de ciclo profundo.

Para determinar el número de baterías a utilizar debemos definir la profundidad de descarga deseada, que tomaremos el valor de 60% ( $P_{\text{dmax}}$ ). El sistema mínimo deberá proveer al menos 1 día de autonomía (N).

Ahora calcularemos la capacidad nominal del banco de baterías en función de la descarga máxima estacional ( $C_{\text{ne}}$ )

$$C_{\text{ne}} (\text{Wh}) = L_m * N / (P_{\text{Dmax,e}}) \quad (9)$$

$$C_{\text{ne}} (\text{Wh}) = 4890 * 1 / (0,6) = 8151 \text{ Wh} \quad (10)$$

La unidad de almacenamiento de las baterías se mide en Ah (ampere hora), por lo tanto debe hacerse la conversión

$$C_{ne} \text{ (Ah)} = C_{ne} \text{ (Wh)} / V_{bat} = 8151/12 = 679,2 \text{ Ah} \quad (11)$$

Las baterías más comunes en el mercado local son de 12 y poseen una capacidad de 105 Ah Para calcular el número de baterías se debe dividir la capacidad de almacenamiento que debe tener del banco por la capacidad de almacenamiento de cada batería de 12 V / 105 Ah en serie.

$$N_{bat} = C_{ne} \text{ (Ah)} / Ah_{bat} = 679,2 / 105 = 6,46 \quad (12)$$

Por lo tanto el banco debe contar con de 6 baterías de 12 v en paralelo.

#### vi. Dimensionamiento del Inversor.

Para calcular el inversor necesario debemos calcular la suma de las potencias de las cargas en corriente alterna. La potencia simultánea definida en este caso será de 525 W.

A la hora de seleccionar un inversor se debe tener en cuenta que muchos electrodomésticos y aparatos utilizados tienen “picos de arranque” (como heladeras y lavarropas) lo que supone que para su arranque van a demandar mayor potencia que la nominal. Para evitar problemas y deficiencia en el funcionamiento de la instalación es recomendable hacer un sobredimensionamiento, en nuestro caso recomendamos optar por un inversor de al menos un 3 veces la potencia máxima instalada, o sea de 1,575 Kw.

Las características principales que contará el inversor para el modelo propuesto serán

- DC 12V/AC 220V a 50Hz
- Potencia nominal 1,575 KW
- Onda senoidal pura
- Modo de funcionamiento SOLAR PRIMERO/RED PRIMERO

#### vii. Dimensionamiento del Regulador.

Para dimensionar el regulador debemos calcular cual es la máxima corriente que este debe soportar, a su entrada y a su salida. El tipo y cantidad de reguladores a instalar es característico de la instalación y es trabajo del proyectista contratado por el propietario

realizarlo correctamente, pero a fines de este trabajo haremos un estimado para poder calcular el costo de la instalación solar con mayor precisión.

La  $I_{\text{entrada}}$  del regulador va a estar determinado por la  $I_{\text{sc}}$  del panel fotovoltaico (se toma 8 A para un módulo genérico) y se debe multiplicar por el número de ramas (suponemos que la corriente en cada rama en paralelo será aproximadamente la misma) en paralelo calculado anteriormente tomando un factor de seguridad de un 25%.

$$I_{\text{entrada}} = 1,25 * I_{\text{sc}} * N_{\text{paralelo}} = 1,25 * 8 * 6 = 60 \text{ A} \quad (13)$$

Ahora para el cálculo de la  $I_{\text{salida}}$  debemos valorar las potencias de las cargas en AC

$$I_{\text{salida}} = (1,25 * (P_{\text{AC}} / \eta_{\text{inv}})) / V_{\text{bat}} = (1,25 * (1000 / 0,95)) / 12 = 57,56 \text{ A} \quad (14)$$

Los reguladores más comunes que podemos encontrar en el mercado son de 10 A, 30 A y 60 A, para nuestra instalación teórica vamos a tomar 2 módulos en paralelo de 30 A y 12/24V.

### 5.3.5 Impacto ambiental.

A continuación se analizará el impacto ambiental que genera la alternativa propuesta basándose en dos ejes

#### i. Huella de carbono.

Cada hogar consumirá aproximadamente 3660 Kwh/año, de los cuales 1278,2 Kwh/año (35% del total de la energía) serán aportados por el sistema solar fotovoltaico evitando las emisiones que conlleva su generación.

El cálculo de las emisiones “ahorradas” se basa en la “LA HUELLA DE CARBONO DEL ARGENTINO PROMEDIO” que define un factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la energía eléctrica de 500 g/Kwh.

Tabla XXIX: Ahorro e impacto ambiental sistema solar fotovoltaico.

Impacto Ambiental	Ahorro de Kwh/año	Mix Electrico (gCO2/Kwh)	Ahorro de emision anual de CO2 (Kg/año)
Sistema solar fotovoltaico	1272	500	635,94

Si consideramos el ahorro para todas las viviendas del emprendimiento formado por 1.382 familias, el ahorro anual de emisiones de CO<sub>2</sub> es de 878.869 Kg.

**ii. Residuos tóxicos de baterías.**

Si bien la energía solar es considerada una energía limpia presenta como problema que hacer con las baterías luego que ha expirado su vida útil (3 a 6 años).

Una de las alternativas a este problema es no disponer de un banco de baterías y vender la energía generada por el sistema solar a la red eléctrica pero como mencionamos anteriormente, hasta el momento en nuestro país, no es posible hacerlo en nuestro país.

Las baterías de plomo ácido son reciclables al 100% pero si las baterías no son recicladas correctamente plantean un riesgo al medio ambiente y a la salud humana. Este tipo de baterías se utilizan en vehículos, aplicaciones industriales, y en instalaciones de energía solar y eólica. Aunque la mayoría de las baterías de plomo-ácido son recicladas en países desarrollados, en nuestro país no está difundida esta práctica.

Para resolver este problema se ha contactado a la empresa Santafesina “Industrias Piñero S.R.L” (<http://www.industriaspinerosl.com.ar/>) que se dedica al reciclado de baterías de plomo ácido de manera responsable, sustentable y de forma gratuita.

El emprendimiento ofrecerá el servicio a los propietarios de recolectar las baterías en desuso y enviarlas a dicho establecimiento para su posterior reciclaje.

**5.3.6 Mantenimiento.**

Este tipo de instalaciones requieren escaso mantenimiento aunque se recomienda inspeccionar periódicamente:

- La limpieza del frente de los módulos.
- El nivel de electrolito de las baterías.
- Tensión de las baterías.

- Hay que tener en cuenta que cada 3 a 6 años hay que renovar el banco de baterías, el cual tiene un costo aproximado de \$10.000 (valor a septiembre 2014).

### 5.3.7 Costo estimado de la instalación propuesta.

Para realizar el costeo de la alternativa se contactó a la empresa Hissuma Materiales la cual propuso utilizar una alternativa disponible en el mercado que mejor se adapta a los requerimientos solicitados con un costo \$62.521,92 (septiembre 2014).

Los componentes del sistema son

- 6 paneles fotovoltaicos policristalinos de 235 W.
- 1 inversor de onda solenoidal pura de 24V/220 V 50 Hz de 1,7 Kw potencia con cargador (función sola primero/red primero).
- 2 baterías de 24 V ciclo profundo Deka 105 Ah + 2 baterías de ciclo profundo DEKA de 88 Ah.
- 2 reguladores de carga de 24V 30A.

### 5.3.8 Evaluación de la alternativa.

Desde el punto de vista económico la instalación de un sistema solar fotovoltaico aislado no es conveniente debido a fundamentalmente a los siguientes factores

- i. Los subsidios a la energía eléctrica vigentes en nuestro país fijan un valor del Kwh muy bajo comparado con los de la región, la tarifa residencial aplicable a una vivienda que consume 610 Kwh/mes es la T1-R2 con un valor de \$0,522/Kwh con impuestos. La instalación diseñada aportará un ahorro anual de \$ 667 (1278,2 Kwh \* \$0,522/Kwh).
- ii. Un costo de mantenimiento, asociado al recambio de baterías cada 3 a 6 años cercano a los \$10.000.
- iii. Una alta inversión inicial en equipamiento, en este caso \$62.521,92. Si se buscan equipos con mayor potencia y autonomía, que puedan llegar a abastecer el 60% del consumo del hogar, el monto inicial rondaría los \$130.000 y el gasto de reposición de baterías rondaría los \$25.000 cada 3 a 6 años.

A simple vista y si hacer demasiados cálculos nos damos cuenta que si se hace el flujo de fondos no es favorable, esto quiere decir que el ahorro mensual en energía no compensa el ni siquiera el gasto de reposición de las baterías adicionando gastos (y no ahorros que es lo que se busca) al cliente.

Distinto sería el caso si en nuestro país se pudiese vender la energía captada por los paneles solares a la red y la energía no estuviese subsidiada. Bajo este contexto se podría reducir la inversión inicial de la instalación ya que no serían necesarias las baterías ni el regulador de carga (representa aproximadamente un 20% de la inversión inicial) y la tarifa del Kwh fuesen mucho mayores a las actuales, equiparándose a la media regional.

Por lo expuesto anteriormente el emprendimiento no recomienda, hoy por hoy, la instalación de sistemas fotovoltaicos aislados, pero si deja una puerta abierta para rehacer el análisis para cuando los precios de la energía eléctrica se incrementen fuertemente y este permitido vender la energía captada a la red eléctrica como se hace en varios países Europeos.

## **5.4 ENERGÍA EÓLICA.**

A continuación se analizará la opción de instalar un generador eólico en cada propiedad.

### **5.4.1 Marco Teórico.**

Un generador eólico utiliza al viento como fuente para de energía para poner en movimiento una turbina eólica que genera electricidad que se transforma a corriente continua, con un sistema idéntico al solar fotovoltaico propuesto con un controlador de carga, banco de baterías y un inversor que transforma la corriente a alterna 220 V / 50 Hz.

### 5.4.2 Esquema de un aerogenerador (Fig. 24).

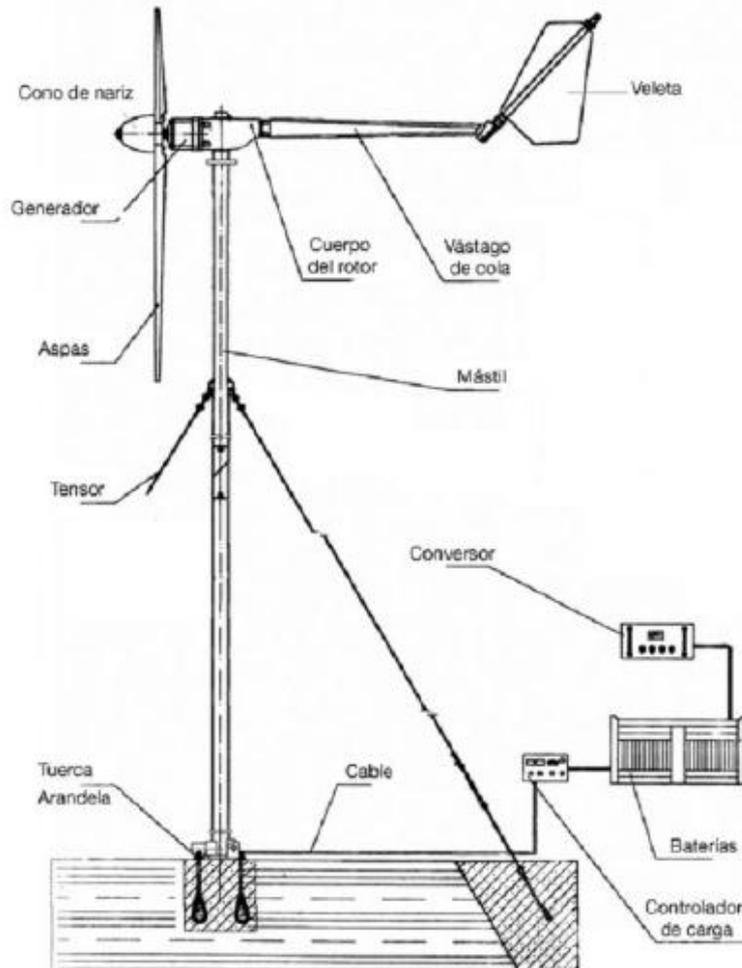


Figura 24: esquema de componentes de un aerogenerador

### 5.4.3 Análisis de aplicación en el emprendimiento.

Según el informe “Energía Eólica en Argentina” realizado por la Asociación Argentina de Energía Eólica expone que “La experiencia mundial indica que con vientos medios superiores a 5 m/s (18 km/h) es factible el uso del recurso eólico para la generación eléctrica”.

Para poder determinar la viabilidad del uso de este tipo de energía debemos conocer cuáles son los vientos promedio de la localidad de Matheu, pero al no contar con datos estadísticos de esta zona tomaremos como referencia a la Ciudad de Buenos Aires situada a 50 km del emplazamiento.

Según datos de la página web del “Departamento de Ciencias de la Atmosfera y los Océanos” (<http://www-atmo.at.fcen.uba.ar/banco/bsas.html>), el valor promedio pico para la Ciudad de Buenos Aires es inferior a los 5 m/s y solo toca dicho valor en el mes de Septiembre.

Desde el punto de vista de condiciones climáticas esta tecnología queda descartada ya que la media máxima del lugar es inferior a la media requerida para este tipo de tecnología, por lo tanto descartaremos la utilización de energía eólica como fuente principal de energía en el emprendimiento.

Descartando la opción como sistema principal de energía queda para analizar la utilización del generador combinado con el sistema solar, para que cuando haya días de tormenta y el cielo esté cerrado, el generador eólico aporte el déficit de energía de los paneles solares.

Consultando el sitio web [www.hissuma-materiales.com.ar](http://www.hissuma-materiales.com.ar) (sitio especializado en energía solar y eólica) la instalación de un Aerogenerador de 300 W y 600 W de potencia ronda entre los \$14000 y \$15000 respectivamente (precios al mes de septiembre 2014). Las velocidades de viento nominales para ambos generadores es de 8 m/s, y las de trabajo de 3 m/s a 50 m/s. Entonces si se toma en cuenta el valor de la instalación y que solamente aportará energía de una forma eficiente solamente en días de tormenta con velocidades superiores a los 8 m/s, las cuales no son poco comunes en la localidad de Matheu, descartaremos dicha alternativa por no ser rentable ni eficiente.

## 5.5 COCINA Y HORNO.

Según la indica la Secretaría de Energía de nuestro país ([www.energia.gov.ar](http://www.energia.gov.ar)):

*“Hay dos tipos de cocinas de acuerdo a la energía que utilizan: las cocinas eléctricas y las cocinas a gas. Estas últimas son preferibles a las eléctricas, ya que ahorran más energía.*

*Las eléctricas se dividen en las de resistencias convencionales, de inducción o de tipo vitrocerámico.*

*Utilizando una cocina de gas en lugar de una eléctrica se produce un ahorro de un 73%. En el caso de los hornos, también contamos con hornos a gas y hornos eléctricos; siendo los hornos eléctricos los artefactos que requieren mayor cantidad de energía.”*

Para complementar el estudio de la Secretaría de Energía y basándonos en una publicación de “www.twenergy.com” (una iniciativa de Endesa por la eficiencia y la sostenibilidad) notamos que las cocinas de inducción más modernas sólo emiten el equivalente a 360 gramos de CO<sub>2</sub> por cada Kwh consumido, mientras que la vitrocerámica producen el equivalente a 450 gramos de CO<sub>2</sub> por cada Kwh consumido. En cambio las cocinas a Gas sólo emiten unos 200 gramos de CO<sub>2</sub> por cada Kwh siendo las más ecológicas hasta el momento.

Basándonos en el estudio de dicho organismo y las emisiones de CO<sub>2</sub> que de cada alternativa recomendamos a los propietarios instalar cocinas y hornos a gas en sus hogares.

## **5.6 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS VIVIENDAS.**

Par abordar este tema nos basaremos en el “Manual de aplicación de la Ley 13059, Acondicionamiento higrotérmico de edificios” vigente para todas las viviendas construidas en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires.

Uno de los objetivos del emprendimiento es disminuir el consumo de energía de operación en las viviendas durante su ciclo de vida. Para lograr este fin, los profesionales contratados por los propietarios para el diseño y construcción de su vivienda deben concebir un “diseño energético consciente” con el fin de minimizar las pérdidas y ganancias térmicas en la envolvente edilicia. Las malas prácticas de construcción generan mayores consumos de energía y por lo tanto un gasto mayor de recursos no renovables.

### **5.6.1 Calor.**

El movimiento del flujo calorífico no puede evitarse, pero se puede minimizar colocando aislamiento adecuado o trabajando con la inercia térmica de los materiales.

Físicamente siempre se producirá un flujo de calor de un cuerpo de mayor temperatura hacia uno de menor, hasta lograr el equilibrio entre ambos. En las viviendas, esta diferencia de temperatura se refiere principalmente a la del aire interior y exterior.

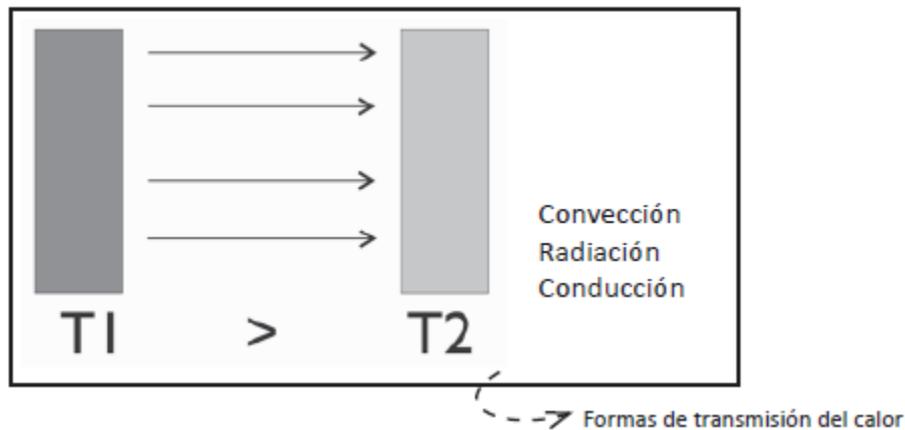


Figura: 25: transferencia de calor

La transmisión del calor entre la pared y el ambiente puede ser de tres maneras diferentes, convección (entre la pared y el aire), radiación (principalmente la solar, pero también referida a otros objetos) y conducción (entre dos cuerpos próximos).

### 5.6.2 Diseño.

*“Los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas y de buena arquitectura y no de arquitectura singular”* Javier Neila.

Anteriormente se habló de calor y de sus formas de transmisión (conducción, convección y radiación), se intentara mostrar brevemente como estos principios pueden ser utilizados en el diseño en favor del ahorro de energía.

#### i. Pérdidas y ganancias térmicas.

En los edificios las pérdidas y ganancias de calor se producen en techos, paredes, pisos y ventanas, por ello mencionaremos criterios de evaluación de algunas partes de la envolvente para atenuar estas acciones.

##### a. Aislación.

Los aislantes utilizan el aire encerrado en pequeñas particiones que evitan el paso del calor, el aire posee mínima conductividad térmica por lo que las aislaciones, al contar con cientos de estas particiones, aumentan la propiedad no conductora del aire.

La aislación es sumamente importante en los techos, puesto que es la zona de los edificios que está fuertemente sometida a la acción del sol y el viento, por lo tanto es donde se

produce mayor ganancia y pérdida de calor. Los aislantes más conocidos son, lana de vidrio, poli estireno expandido, poliuretano, lana mineral y otros en forma de espumas que se colocan en el lugar. El uso de aislantes es uno de los mejores caminos para bajar los gastos de energías convencionales.

Las aislaciones pueden ser colocadas en el exterior o en el interior. Sin embargo, desde el punto de vista térmico es conveniente colocarlos en el exterior para aumentar el efecto aislante, evitando que la pared se cargue térmicamente.

**b. Vidrios.**

De todos los componentes de la envolvente, es el que mayor conductividad térmica posee, por lo que es el lugar donde se pierde más carga térmica en invierno y se recibe en verano.

Es necesario estudiar cuidadosamente la superficie, la forma y localización de las ventanas, como así también los elementos de protección, llámense aleros, parasoles, etc. que controlen el paso del sol en verano y permitan el mismo en invierno.

El efecto invernadero se produce debido a que las superficies vidriadas permiten entrar la radiación solar, pero no permite que la radiación de las paredes, pisos, etc. salgan del ambiente.

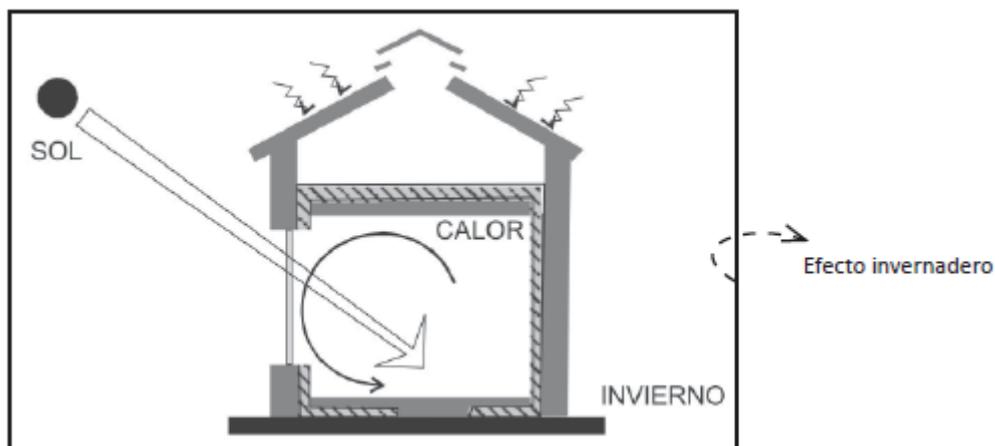


Figura: 26: efecto invernadero

Los vidrios son los elementos que más inciden en el consumo de calefacción para invierno y de refrigeración en verano por tener elevada conductividad y permitir el efecto invernadero con la incidencia del sol.

Por lo tanto, debido a su menor conductividad térmica y por lo tanto mayor poder aislante, el emprendimiento instalará la política de utilización de doble vidriado hermético (DVH) para todas las ventanas y aberturas de la vivienda que sea posible.

Para que los rayos solares sea un factor perjudicial en verano, se debe estudiar la forma y posición de elementos de protección en función de los ángulos de incidencia que marcan su recorrido. En invierno el estudio de éste movimiento marcará la correcta colocación y dimensionamiento de las áreas acristaladas para aprovechar los beneficios de calefacción directa.

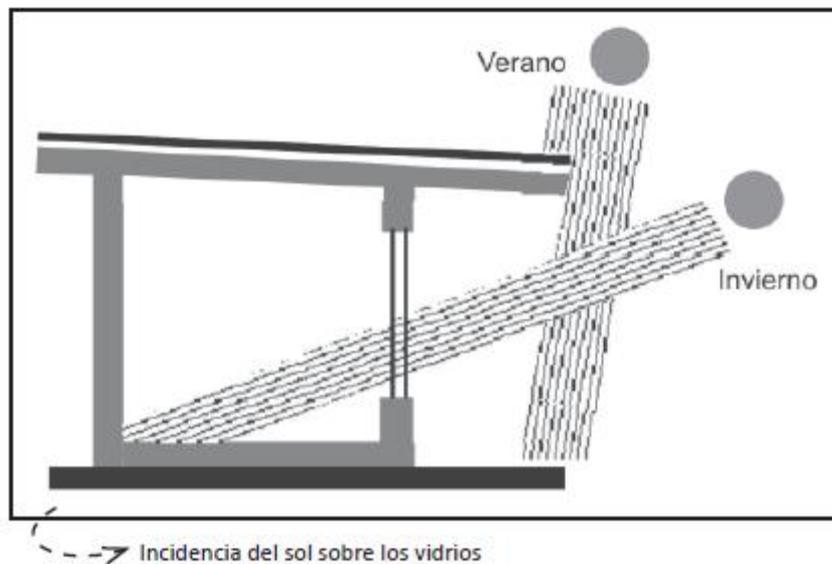


Figura: 27: elemento de protección contra rayos solares en verano.

Las ventanas verticales son más adecuadas para el este y el oeste. Las cortinas colocadas del lado interior de los vidrios no impiden que el sol entre y una vez convertido en infrarrojo quede atrapado generando calor. Es necesario frenarlo con algún tipo de protección exterior, natural o artificial. Se recomienda en ventanas de orientación este y oeste el uso de protecciones solares en posición vertical y en orientación norte horizontal.

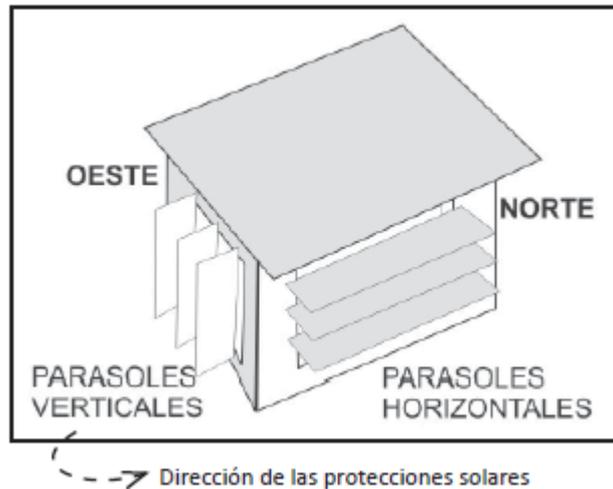


Figura: 28: posicionamiento de parasoles según orientación.

**c. Infiltraciones.**

En invierno la infiltración en el cierre de las carpinterías, enfría el aire por mezcla elevando la carga térmica necesaria para calefaccionar, en verano, aumenta la temperatura interior aumentando el caudal de aire a refrigerar. La calidad de los contactos y de los burletes es sumamente importante a la hora de elegir la carpintería.

**ii. Ventilación natural.**

La ventilación natural cumple con funciones importantes en los edificios, renovar el aire interior y ventilar para el confort.

Si la temperatura del aire exterior es más baja que la interior se produce una diferencia de densidades y un gradiente de presiones generando un movimiento térmico, el aire caliente, es más liviano y asciende, si se colocan aberturas en la parte superior del local, se puede evacuar el mismo, facilitando el acceso del aire fresco por ventanas ubicadas en partes inferiores de los muros. Es recomendable para favorecer la circulación del aire por efecto chimenea especialmente en horas nocturnas y en el verano, el diseño de chimeneas solares o techos solares, que actúan como elementos de succión o dispositivos de acceso. En invierno, estas aberturas deberán estar obstruidas para evitar la pérdida de calor.

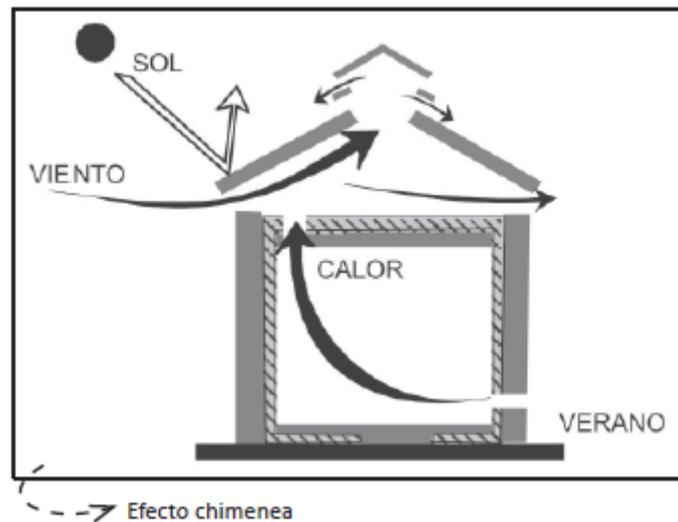


Figura: 29: ventilación natural, efecto chimenea

### 5.6.3 Evaluación de la alternativa.

Si consideramos una vivienda correctamente diseñada incorporando los conceptos de aislación, DVH, correcto ingreso solar en verano e invierno y ventilación natural, según especialistas se podrá ahorrar entre un 25% y 30% de la energía necesaria para refrigerar y calefaccionar el ambiente.

El costo de aislar correctamente la estructura ronda el 5% (\$73.920 para el caso de una vivienda considerada tipo para el emprendimiento) del valor de la propiedad.

Si suponemos que se gastan de gas 1800 m<sup>3</sup>/año en calefacción y 800 Kwh/año en refrigeración del hogar, el ahorro de energía por la construcción de la vivienda con una buena aislación sería de 540 m<sup>3</sup>/año y 240 Kwh/año respectivamente.

Los ahorros anuales la factura de gas y electricidad en conjunto (sin subsidios) estarían en el orden de los \$650.

El impacto ambiental se reduciría en 1192,50 kg CO<sub>2</sub>/año.

Tabla XXX: Ahorro energético e impacto ambiental por aislación.

Impacto Ambiental	Gas (m3/año)	Kwh/año	Emision anual de CO2 (Kg/año)
Sin aislar correctamente	1800,00	3660,00	5340,00
Con asilación propuesta	1250,00	3420,00	4147,50

Si se toma el ahorro de kg de CO<sub>2</sub>/año totales que generaría el emprendimiento estamos hablando de 1.648.035 kg CO<sub>2</sub>/año.

Tabla XXXI: Ahorro energético e impacto ambiental por aislación total emprendimiento.

Impacto Ambiental	Gas (m3/año)	Kwh/año	Emision anual de CO2 (Kg/año)
Sin aislar correctamente	2.487.600	5.058.120	7.379.880
Con asilación propuesta	1.727.500	4.726.440	5.731.845

## 5.7 RECUPERACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.

Según se ha expuesto en la introducción a este trabajo solo un 2,5% del agua de planeta es apta para ser potabilizada, y solamente un 20% de este porcentaje es destinada al consumo humano. No caben dudas de que el agua es un recurso escaso (o lo será en un futuro cercano si no tomamos medidas al respecto) y utilizado sin ningún tipo de cuidado en nuestro país.

Según datos publicados por la empresa AySA (Agua y Saneamientos Argentinos S.A.) el consumo diario de agua en su área de operación (CABA y AMBA) es de 620 litros por habitante, cifra que triplica el consumo medio mundial.

Pensando en el cuidado de este recurso tan valioso y escaso proponemos, en este trabajo, que actividades como la descarga de inodoros, lavado de autos, lavado de ropa y riego se abastezcan principalmente de agua de lluvia recuperada dando prioridad al consumo de agua potable de red solamente para ACS y agua fría para bachas, lavabos, bidet y ducha.

El agua de lluvia presenta una serie de características ventajosas, es un agua extremadamente limpia en comparación con las otras fuentes de agua, al ser un agua muy blanda proporciona un ahorro considerable de detergentes y jabones, y no necesita ser tratada para el uso propuesto.

### 5.7.1 Cálculo de la demanda de hídrica.

Basándonos en los consumos publicados por la empresa AySA y estimaciones propias determinaremos el consumo diario de agua para una familia de 5 integrantes.

Tabla XXXII: consumos estimados por artefacto/uso.

CONSUMOS	CONSUMO	UNIDADES	Uso diario	Demanda Diaria estimada lts
Ducha	100	lts/ducha	5	500
Lavado vajilla	25	lts/lavado	2	50
Lavabo + Bidet	1	lts/lavado	10	10
Lavarropas	100	lts/ciclo	1	100
Lavado de auto	360	lts/lavado	0,03	12
Descarga de Inodoro	16	lts/descarga	15	240
Riego	75	lts/riego	0,3	20
<b>Demanda promedio diaria</b>				<b>932</b>

\*Fuente: AySA y elaboración propia

Si tomamos solamente los consumo que pretendemos abastecer con agua de lluvia el consumo será

Tabla XXXIII: consumos estimados para uso agua de lluvia.

CONSUMOS	CONSUMO	UNIDADES	Uso diario	Demanda Diaria estimada lts
Lavarropas	100	lts/ciclo	1	100
Lavado de auto	360	lts/lavado	0,03	12
Descarga de Inodoro	16	lts/descarga	15	240
Riego	75	lts/riego	0,3	20
<b>Demanda promedio diaria</b>				<b>372</b>

\*Fuente: AySA y elaboración propia

Se consideran los siguientes usos de los consumos mencionados:

- 1 ciclo de lavado por día
- 1 lavado de autos por mes
- 3 descargas de Inodoro por persona por día
- 2 riegos de jardín por semana

### 5.7.2 Aporte de agua de lluvia.

Tomando como referencia el promedio mensual de precipitaciones desde Enero 1995 a Diciembre 2013 en la Ciudad de Buenos aires y suponiendo una superficie mínima de captación de 80 m<sup>2</sup> obtenemos la siguiente tabla.

Tabla XXXIV: litros captados por superficie 80 m<sup>2</sup>.

Mes	Promedio	Lts captados por superficie de 80 m2
Enero	143,1	11.445
Febrero	156,5	12.522
Marzo	147,8	11.827
Abril	127,4	10.195
Mayo	91,1	7.292
Junio	58,7	4.694
Julio	67,3	5.381
Agosto	70,8	5.662
Septiembre	81,1	6.484
Octubre	127,0	10.157
Noviembre	116,5	9.317
Diciembre	99,8	7.986
<b>Total</b>	<b>1.287,0</b>	<b>102.962</b>

Fuente: Banco de datos de la Ciudad de Buenos Aires  
 (www.buenosaires.gob.ar)

Como podemos apreciar el mes de Junio presenta el menor valor de precipitaciones y el mes de Febrero el mayor valor de precipitaciones.

Ahora combinando la información en la Tabla XXXIV con el promedio de días de lluvia por mes de los últimos 15 años, obtenemos la Tabla XXXV que indica la captación promedio por día de lluvia para cada día lluvioso en el respectivo mes.

Tabla XXXV: captación promedio por día de lluvia superficie 80 m<sup>2</sup>.

Mes	Cantidad Promedio días lluviosos	Días/mes	Intervalo de lluvias (días)	Precipitación promedio por mes (mm/mes)	Captación promedio (litros)	Precipitación promedio por día de lluvia	Captación promedio por día de lluvia
Enero	10,6	31	2,9	143,1	11445	13,5	1082
Febrero	10,8	28	2,6	156,5	12522	14,5	1161
Marzo	10,1	31	3,1	147,8	11827	14,6	1170
Abril	10,2	30	2,9	127,4	10195	12,5	998
Mayo	8,6	31	3,6	91,1	7292	10,6	850
Junio	10,2	30	3,0	58,7	4694	5,8	462
Julio	9,8	31	3,2	67,3	5381	6,9	550
Agosto	9,4	31	3,3	70,8	5662	7,6	604
Septiembre	10,4	30	2,9	81,1	6484	7,8	625
Octubre	11,0	31	2,8	127,0	10157	11,5	923
Noviembre	10,4	30	2,9	116,5	9317	11,2	899
Diciembre	11,0	31	2,8	99,8	7986	9,1	726
<b>Total Año</b>	<b>122,3</b>	<b>365</b>	<b>3,0</b>	<b>1.287,0</b>	<b>102962</b>	<b>10,5</b>	<b>842</b>

Fuente: elaboración propia basada en la base de datos de la Ciudad de Buenos Aires.

### 5.7.3 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.

#### i. Dimensionamiento teórico (promedio últimos 15 años).

Con los datos obtenidos de las tablas 1 y 2 se elaboró un Excel que simula las precipitaciones teóricas en cada mes (ANEXO IV) teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Las precipitaciones fueron ubicadas teniendo en cuenta la frecuencia de lluvias en cada mes de la Tabla XXXV.
- Cada mes posee la cantidad de días de lluvia de la Tabla XXXV.
- La cantidad de lluvia caída por día es la cantidad de precipitación promedio diaria de cada mes Tabla XXXV.
- Superficie de captación techo vivienda promedio de 80 m<sup>2</sup>
- Un consumo diario de 372 litros
- El tanque siempre debe tener debe disponer de 500 litros de agua, sean de lluvia o red. Si el stock de agua cae por debajo de ese nivel y no hay precipitaciones, el sistema se alimentará de agua de red hasta que el agua en el tanque llegue a los 500 litros.

Tabla XXXVI: abastecimiento agua de lluvia tanque 1000 lts.

Tanque 1000 lts	Consumo Agua de lluvia (lts)	Consumo Agua potable (lts)	Consumo total (lts)	% abast. Agua de Lluvia
Enero	5.500	6.660	12.160	45%
Febrero	5.500	4.788	10.288	53%
Marzo	5.123	6.409	11.532	44%
Abril	5.210	5.950	11.160	47%
Mayo	4.492	7.160	11.652	39%
Junio	4.694	6.346	11.040	43%
Julio	4.934	6.660	11.594	43%
Agosto	4.723	6.747	11.470	41%
Septiembre	5.230	5.930	11.160	47%
Octubre	5.500	6.032	11.532	48%
Noviembre	5.331	5.957	11.288	47%
Diciembre	5.500	5.904	11.404	48%
<b>Total Año</b>	<b>61.738</b>	<b>74.542</b>	<b>136.280</b>	<b>45%</b>

Tabla XXXVII: abastecimiento agua de lluvia tanque 2000 lts.

Tanque 2000 lts	Consumo Agua de lluvia (lts)	Consumo Agua potable (lts)	Consumo total (lts)	% abast. Agua de Lluvia
Enero	11.445	841	12.286	93%
Febrero	10.600	118	10.718	99%
Marzo	11.483	0	11.483	100%
Abril	10.195	922	11.118	92%
Mayo	7.292	3.896	11.187	65%
Junio	4.694	6.346	11.040	43%
Julio	5.381	6.213	11.594	46%
Agosto	5.662	5.808	11.470	49%
Septiembre	6.484	4.676	11.160	58%
Octubre	10.157	1.375	11.532	88%
Noviembre	9.317	2.369	11.687	80%
Diciembre	7.986	3.020	11.005	73%
<b>Total Año</b>	<b>100.697</b>	<b>35.583</b>	<b>136.280</b>	<b>74%</b>

Tabla XXXVIII: abastecimiento agua de lluvia tanque 3000 lts.

Tanque 3000 lts	Consumo Agua de lluvia (lts)	Consumo Agua potable (lts)	Consumo total (lts)	% abast. Agua de Lluvia
Enero	11.445	841	12.286	93%
Febrero	11.600	118	11.718	99%
Marzo	11.483	0	11.483	100%
Abril	10.195	0	10.195	100%
Mayo	7.292	3.818	11.110	66%
Junio	4.694	6.346	11.040	43%
Julio	5.381	6.213	11.594	46%
Agosto	5.662	5.808	11.470	49%
Septiembre	6.484	4.676	11.160	58%
Octubre	10.157	1.375	11.532	88%
Noviembre	9.317	2.369	11.687	80%
Diciembre	7.986	3.020	11.005	73%
<b>Total Año</b>	<b>101.697</b>	<b>34.583</b>	<b>136.280</b>	<b>75%</b>

Tabla XXXIX: abastecimiento agua de lluvia tanque 4000 lts.

Tanque 4000 lts	Consumo Agua de lluvia (lts)	Consumo Agua potable (lts)	Consumo total (lts)	% abast. Agua de Lluvia
Enero	11.445	841	12.286	93%
Febrero	12.522	118	12.639	99%
Marzo	11.562	0	11.562	100%
Abril	10.195	0	10.195	100%
Mayo	7.292	2.818	10.110	72%
Junio	4.694	6.346	11.040	43%
Julio	5.381	6.213	11.594	46%
Agosto	5.662	5.808	11.470	49%
Septiembre	6.484	4.676	11.160	58%
Octubre	10.157	1.375	11.532	88%
Noviembre	9.317	2.369	11.687	80%
Diciembre	7.986	3.020	11.005	73%
<b>Total Año</b>	<b>102.697</b>	<b>33.583</b>	<b>136.280</b>	<b>75%</b>

La simulación arroja como resultado que la capacidad óptima para el tanque acumulador es de 2000 litros pudiendo abastecer el 74% anual del agua para los consumos mencionados con agua de lluvia.

El tanque de 1000 litros muestra un aporte insuficiente de agua de lluvia y los tanques de 3000 litros y 4000 litros no aportan un diferencial del 1% que no justifica el gasto en un tanque de mayor capacidad.

**ii. Dimensionamiento del tanque teniendo en cuenta las precipitaciones reales de los últimos 3 años.**

En el punto anterior se dimensionó el tanque de almacenamiento teniendo una distribución teórica de las lluvias. El primer punto es bueno para tener una capacidad aproximada, pero como sabemos la naturaleza no respeta estadísticas ni promedios, lo que realidad sucede es que las precipitaciones no son uniformes y el tanque debe dimensionarse para poder captar picos de precipitaciones y salvar los valles con el agua almacenada.

Se tomaron los datos de las precipitaciones diarias de los últimos 3 años (2011, 2012 y 2013) de [www.climasurgba.com.ar](http://www.climasurgba.com.ar) y se cargaron en el simulador para dimensionar la capacidad óptima del tanque.

Se hizo la simulación para capacidades de tanque que son usualmente utilizados en el rubro de construcción (ANEXO IV).

Tabla XL: abastecimiento agua de lluvia tanque 2000 lts.

Tanque 2000 lts	% abastecimiento Agua de Lluvia			
	2011	2012	2013	Promedio
Enero	50%	29%	23%	34%
Febrero	19%	69%	54%	47%
Marzo	14%	51%	41%	35%
Abril	37%	23%	46%	36%
Mayo	25%	37%	44%	35%
Junio	41%	8%	8%	19%
Julio	32%	12%	23%	22%
Agosto	18%	66%	6%	30%
Septiembre	13%	17%	53%	28%
Octubre	31%	72%	17%	40%
Noviembre	36%	38%	59%	45%
Diciembre	24%	71%	6%	33%
<b>Total Año</b>	<b>28%</b>	<b>41%</b>	<b>31%</b>	<b>34%</b>

Tabla XLI: abastecimiento agua de lluvia tanque 3000 lts.

Tanque 3000 lts	% abastecimiento Agua de Lluvia			
	2011	2012	2013	Promedio
Enero	62%	29%	32%	41%
Febrero	19%	82%	69%	57%
Marzo	14%	79%	57%	50%
Abril	45%	24%	60%	43%
Mayo	27%	54%	52%	44%
Junio	50%	8%	8%	22%
Julio	41%	12%	32%	28%
Agosto	27%	75%	6%	36%
Septiembre	13%	24%	70%	36%
Octubre	40%	88%	17%	48%
Noviembre	45%	56%	75%	59%
Diciembre	24%	93%	6%	41%
<b>Total Año</b>	<b>34%</b>	<b>52%</b>	<b>41%</b>	<b>42%</b>

Tabla XLII: abastecimiento agua de lluvia tanque 4000 lts.

Tanque 4000 lts	% abastecimiento Agua de Lluvia			
	2011	2012	2013	Promedio
Enero	70%	29%	32%	43%
Febrero	19%	91%	76%	62%
Marzo	14%	88%	63%	55%
Abril	53%	24%	70%	49%
Mayo	27%	62%	60%	49%
Junio	56%	8%	8%	24%
Julio	51%	12%	40%	34%
Agosto	36%	84%	6%	42%
Septiembre	13%	24%	79%	39%
Octubre	46%	91%	17%	51%
Noviembre	45%	62%	84%	64%
Diciembre	24%	100%	7%	43%
<b>Total Año</b>	<b>38%</b>	<b>56%</b>	<b>46%</b>	<b>47%</b>

Tabla XLIII: abastecimiento agua de lluvia tanque 5000 lts.

Tanque 5000 lts	% abastecimiento Agua de Lluvia			
	2011	2012	2013	Promedio
Enero	73%	29%	32%	44%
Febrero	19%	98%	77%	65%
Marzo	14%	100%	70%	61%
Abril	53%	24%	77%	51%
Mayo	27%	62%	70%	53%
Junio	60%	8%	8%	25%
Julio	57%	12%	49%	39%
Agosto	45%	93%	6%	48%
Septiembre	13%	24%	83%	40%
Octubre	46%	92%	18%	52%
Noviembre	45%	69%	92%	68%
Diciembre	24%	100%	7%	44%
<b>Total Año</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>51%</b>	<b>50%</b>

Tabla XLIV: abastecimiento agua de lluvia tanque 6000 lts.

Tanque 6000 lts	% abastecimiento Agua de Lluvia			
	2011	2012	2013	Promedio
Enero	73%	29%	32%	44%
Febrero	19%	100%	78%	66%
Marzo	14%	100%	81%	65%
Abril	53%	26%	81%	53%
Mayo	27%	62%	81%	56%
Junio	63%	8%	8%	26%
Julio	63%	12%	58%	44%
Agosto	45%	98%	6%	50%
Septiembre	13%	25%	84%	41%
Octubre	46%	92%	20%	53%
Noviembre	45%	77%	92%	71%
Diciembre	24%	100%	7%	44%
<b>Total Año</b>	<b>41%</b>	<b>62%</b>	<b>55%</b>	<b>53%</b>

Como resultado podemos apreciar que los tanques de 2000 y 3000 litros resultan alternativas ineficientes aportando solamente 34% y 42% al año de agua de lluvia respectivamente. No se recomienda el tanque de 6000 litros debido aporta un diferencia muy pequeño, no es una capacidad comúnmente utilizada en el mercado y su diferencial de precio es alto.

Seleccionaremos el tanque de 5000 litros debido a que genera un aporte mayor (50%) de las dos alternativas, descartando así al tanque de 4000 litros (47%).

### iii. Diseño del sistema.

- **Tanque de agua:** la empresa Rotoplas posee en su cartera de productos un tanque especialmente diseñado para captación de agua de lluvia de 5000 litros. El sistema está compuesto por una tubería de entrada de agua, un filtro para hojas y objetos de tamaño considerable, una tubería de desagote en caso de que el agua haya alcanzado su volumen máximo y la tubería de alimentación para la bomba que proveerá de agua a los consumos.



Figura 30: diagrama tanque recolector de agua de lluvia.

- **Flotante corte 500 litros:** al sistema adquirido hay que adicionarle un flotante que cuando el nivel está por debajo de los 500 litros cargue el tanque con agua de red y corte cuando llegue a ese volumen.
- **Filtro de sedimentos:** antes de la bomba deberá instalarse un filtro de sedimentos para su correcto funcionamiento. Este filtro también servirá para que el Lavavropas no sea dañado por los sedimentos que pueda contener el agua.
- **Bomba de alimentación para consumo:** los especialistas en instalaciones domiciliarias recomiendan utilizar una bomba presurizadora de 0,5 HP para proveer el agua con la presión indicada los consumos de agua.

#### 5.7.4 Impacto ambiental.

Como vimos en puntos anteriores el sistema propuesto es capaz de ahorrar entre un 50% (promedio de los últimos 3 años) y 75% (estimado con condición de lluvia ideal) del agua destinada a usos donde no se requiere agua potable, que representan entre el 20% y 30% del consumo total anual de agua potable de una familia con 5 integrantes.

Esto quiere decir que se podrían ahorrar entre 68 y 100 m<sup>3</sup> de agua potable por año por familia, y si consideramos el total del emprendimiento compuesto por 1.382 familias el ahorro anual se calcula entre 93.976 y 138.200 m<sup>3</sup> que pueden ser destinados a lugares donde no llega agua potable, aprovechada para otro tipo de actividad.

#### 5.7.5 Costo estimado de la instalación.

Tabla XLV: costo estimado de la instalación.

Componente	Precio Sep 14
Tanque 5000 litros Rotoplas	\$ 8.300,00
Bomba presurizadora 0,5 HP Dab	\$ 1.690,00
Filtro de sedimentos Rotoplas	\$ 195,00
Flotante + adaptación	\$ 400,00
<b>Total</b>	<b>\$ 10.585,00</b>

Fuente: [www.mercadolibre.com.ar](http://www.mercadolibre.com.ar); Rotoplas

#### 5.7.6 Evaluación de la alternativa.

Según lo expuesto en el punto anterior la inversión inicial para instalar el sistema de captación de agua de lluvia propuesto es de \$10.585. Por lo tanto procedemos a calcular el ahorro en la facturación de agua potable que se obtiene por instalar el sistema. AySA aplica a todo inmueble residencial un cargo fijo (CF) y un cargo variable (CV) con las formulas detalladas a continuación

K: coeficiente de modificación = 5,1138

Zf: coeficiente zonal cargo fijo, se toma = 1,8.

TGdf: tarifa general diaria para el cargo fijo por los servicios prestados según categoría usuario (categoría II)

SC: superficie cubierta, se toma = 160 m<sup>3</sup>

Ef: coeficiente de edificación cargo fijo = 3,51(muy bueno)

ST: superficie terreno = 500 m<sup>2</sup>

AUD: aporte universal diario = 0,716

FS: factor de servicio 1 si se presta 1 servicio, 2 si se prestan ambos servicios

CR: consumo registrado estimado

CL: consumo libre

**i. Monto bimestral promedio para una vivienda sin tanque acumulador de agua de lluvia.**

Tabla XLVI: monto facturado agua sin tanque acumulador agua de lluvia.

Cargo Fijo	K	x	Zf	x	TGDF (\$/1000 m2)	x	(SC x Ef + ST/10)	+	AUD	x	K	x	FS	x	Dias del Periodo	=	Total
	5,1138		3,51		0,0004586		292,82		0,0716		5,1138		2		61		191,71

Cargo Variable	(CR-CL)	x	Precio m3	x	K	x	FS	=	Total
	37,852		0,343		5,1138		2,00		132,79

Total	324,49
Subsidio -25%	0,00
Impuestos +24%	77,88
<b>Total Factura</b>	<b>402,37</b>

Fuente: AySA.

**ii. Monto bimestral promedio para una vivienda con tanque acumulador de agua de lluvia.**

Tabla XLVII: monto facturado agua con tanque acumulador agua de lluvia.

Cargo Fijo	K	x	Zf	x	TGDF (\$/1000 m2)	x	(SC x Ef + ST/10)	+	AUD	x	K	x	FS	x	Dias del Periodo	=	Total
	5,1138		3,51		0,0004586		292,82		0,0716		5,1138		2		61		191,71

Cargo Variable	(CR-CL)	x	Precio m3	x	K	x	FS	=	Total
	15,16		0,343		5,1138		2,00		53,18

Total	244,89
Subsidio -25%	0,00
Impuestos +24%	58,77
<b>Total Factura</b>	<b>303,66</b>

Fuente: AySA.

La instalación, con las tarifas actuales, genera un ahorro promedio bimestral de \$98,71, que se transforman en \$592,26 al año (sin subsidio).

La inversión necesaria para instalar este sistema es de \$10.850, representando un 0,73% adicional al costo de la vivienda.

Debido a que el agua potable es un recurso escaso, y debido a las bajas tarifas hoy en el país se derrocha innecesariamente, instalaremos el sistema de recuperación de agua en las

viviendas del emprendimiento.

### 5.8 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA VIVIENDA “SUSTENTABLE”.

Luego analizar la aplicación de energía solar térmica, iluminación LED, energía solar fotovoltaica, energía eólica, de cocinas y hornos (eléctricas o a gas), conservación de la energía térmica en la vivienda y recuperación de agua de lluvia, llegamos a la conclusión que de implementar en cada vivienda:

- Termo tanque solar con equipo de apoyo a gas.
- Iluminación LED.
- Mantener el uso tradicional de cocinas y hornos a gas (sin diferencias en este campo vs una vivienda tradicional).
- Una aislación térmica eficiente desde el diseño incluyendo aberturas con DVH.
- Sistema de recuperación de agua de lluvia para consumos que no requieren de agua potable.

Habiendo definido que tecnologías recomendamos implementar en las viviendas del emprendimiento, en el siguiente cuadro, podemos observar el diferencial que deben desembolsar los propietarios para construir una vivienda “sustentable” y el ahorro anual que esta genera en comparación a una vivienda tradicional.

Tabla XLVIII: costo casa sustentable vs casa tradicional y ahorros mensuales en servicios.

Tipo de instalación	Diferencial en \$	Ahorro anual del servicio
<b>Instalación solar termica</b>	\$ 20.491	\$ 1.376
<b>Iluminación LED</b>	\$ 11.850	\$ 259,10
<b>Aislación termica + DVH</b>	\$ 73.920	\$ 650,00
<b>Recuperación agua lluvia</b>	\$ 10.585	\$ 592,26
<b>Total</b>	<b>\$ 116.846</b>	<b>\$ 2.877</b>

Con esta información procederemos a calcular el Valor Actual Neto a 5 años, considerando una tasa de descuento del 35%, una inversión inicial de \$116.846 y un ahorro anual en concepto de servicios de \$2.877.

Tabla XLIX: Valor Actual Neto vivienda “sustentable”.

<b>Tasa de descuento</b>	<b>35%</b>
--------------------------	------------

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Inversión Inicial</b>	\$ 116.846	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>Ahorro</b>	\$ 0	\$ 2.877	\$ 2.877	\$ 2.877	\$ 2.877	\$ 2.877
<b>Flujo de Fondos</b>	<b>-\$ 116.846</b>	<b>\$ 2.877</b>				

<b>VAN</b>	<b>\$ -110.460</b>
------------	--------------------

Como podemos observar el resultado del V.A.N es negativo, lo cual significa que la vivienda “sustentable” no es rentable, en el contexto actual, evaluándola en un período de 5 años. Pero para poder plantear, de una forma criteriosa, la evaluación de la propuesta debemos tener en cuenta cual es el contexto en el que estamos inmersos.

Hoy en día el país se encuentra en una situación política y económica de incertidumbre, con una alta tasa de inflación anual, recesión industrial, un importante gasto público en subsidios sociales, y una balanza comercial complicada que amenaza con una devaluación abrupta que dificulta hacer estimaciones a futuro para calcular los beneficios de implantar cada propuesta.

Desde el punto de vista energético, el país está atravesando un problema serio debido una política energética deficiente, teniendo como consecuencia la importación de energía y una capacidad instalada que no puede abastecer la demanda interna.

Sin embargo los precios de los servicios siguen siendo subsidiados para la mayoría de los habitantes y los más bajos de la región (en argentina el precio de la energía eléctrica es menor al 42% con respecto al de Chile y Brasil. Si analizamos los precios del gas vemos que en promedio el precio es el 7% del precio cobrado en Chile y el 6% si comparamos con Brasil). El precio de los servicios está fuertemente ligado a las políticas sociales, y los gobiernos toman con mucho cuidado la quita de subsidios y aumentos masivos debido al posible costo político que ello implica.

Por lo expuesto anteriormente creemos que la situación es insostenible a mediano plazo y que en los próximos años deberán realizarse ajustes importantes en las tarifas de los servicios de gas, electricidad y agua potable modificando drásticamente el análisis de rentabilidad realizado.

## 5.9 CONCLUSIÓN.

Teniendo en cuenta la implementación de tecnologías “sustentables” en las viviendas se genera un 29% de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> eq y un consumo entre un 18% y 27% menor de agua potable, generando una contribución más que interesante al medio ambiente y liberando recursos para que sean utilizados para otros fines como por ejemplo la industria local. Desde el punto de vista económico, y en el contexto actual, una vivienda “sustentable” no es rentable pero si lo vemos desde el punto de vista del incremento en el valor de construcción de la propiedad percibido, de un 7,6%, está dentro de las expectativas del negocio y sigue siendo atractivo para los potenciales clientes.

En el siguiente cuadro podemos observar el diferencial que deben desembolsar los propietarios para construir una vivienda “sustentable” y el impacto ambiental positivo que esta genera en comparación a una vivienda tradicional.

Tabla L: costo casa sustentable vs casa tradicional, ahorros mensuales en servicios e impacto ambiental positivo.

Tipo de instalación	Diferencial en \$	Ahorro anual del servicio	Impacto ambiental positivo	
Instalación solar termica	\$ 20.491	\$ 1.376	1419	kg CO2/año
Iluminación LED	\$ 11.850	\$ 259,10	248	kg CO2/año
Aislación termica + DVH	\$ 73.920	\$ 650,00	1193	kg CO2/año
Recuperación agua lluvia	\$ 10.585	\$ 592,26	68 a 100	m3 agua potable /año
<b>Total</b>	<b>\$ 116.846</b>	<b>\$ 2.877</b>		

Comparativa de costos	Pesos	USD
Costo construcción casa promedio 160 m2	\$ 1.478.400	\$ 176.000
Costo construcción casa sustentable 160 m2	\$ 1.595.246	\$ 189.910
Diferencial %	7,9%	

En el siguiente cuadro observamos la comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de agua potable del emprendimiento versus un barrio sin las alternativas sustentables.

Tabla LI: impacto ambiental positivo por viviendas sustentables total emprendimiento.

Impacto ambiental (1382 familias)	Unidad de medida	Barrio actual	Barrio sustentable	Ahorro recursos	% Ahorro
Emisiones CO2 Gas	kg CO2/año	11.318.580	7.875.198	3.443.382	30%
Emisiones CO2 uso EE	kg CO2/año	2.529.060	2.020.208	508.852	20%
<b>Total emisiones CO2</b>	<b>kg CO2/año</b>	<b>13.847.640</b>	<b>9.895.406</b>	<b>3.952.234</b>	<b>29%</b>
Consumo de agua potable	m3 agua pot/año	508.769	414.793 a 370.569	93.976 a 138.200	18% a 27%

## 6 PROPUESTAS SUSTENTABLES PARA SERVICIOS COMUNES.

En este capítulo se analizarán las propuestas de mejora para los servicios comunes de barrio, como aplicación de energías renovables a los edificios comunes, la implementación de un sistema de integral de residuos, la construcción de una planta de tratamiento de efluentes, la instalación de luminarias LED para alumbrado público y la instalación de un sistema biodigestor-grupo electrógeno para el abastecimiento de energía eléctrica para el alumbrado público.

### 6.1 CLUB HOUSE, ADMINISTRACIÓN Y EDIFICIO DE ACCESO.

A modo de promover la cultura ambiental tanto el club house como el edificio de acceso al emprendimiento contarán con energía solar (por más que no sea eficiente pero con el fin de promover las fuentes renovables de energía), termo tanques solares con equipo a gas y tanques recuperadores de lluvia para crear conciencia y cultura en los residentes. El costo adicional aportado por esta decisión es de \$750.000.

### 6.2 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

El emprendimiento resulta verde, no solo por su menor consumo de recursos naturales, sino por el tratamiento de los residuos que generarán sus habitantes. Los mismos serán separados diariamente en contenedores de diferentes colores, especialmente rotulados.

Los residuos orgánicos, que constituyen aproximadamente el 40% del total de los residuos generados en la casa, serán reciclados mediante compostaje. El compost será utilizado como abono tanto en los espacios verdes del barrio como en el jardín y huerta de los residentes.

El objetivo principal es implementar un sistema eficaz de recolección diferenciado de residuos sólidos urbanos (RSU) con el fin de recuperar en gran parte los materiales que comúnmente van al cesto de basura.

A partir del sistema propuesto, los vecinos del barrio tendrán la posibilidad de contribuir sustancialmente con la calidad ambiental, ya que todos los materiales que se separan pueden revalorizarse en lugar de ser enterrados como relleno sanitario.

Uno de los pilares fundamentales de la sustentabilidad, como así también del proyecto, es la responsabilidad social. Por tal motivo contratará a la cooperativa “Creando conciencia” ([www.creandoconciencia.com.ar](http://www.creandoconciencia.com.ar)), dedicada a la recolección diferenciada de residuos, que basa su trabajo en dos grandes lineamientos. Por un lado el cuidado del medio ambiente y por otro la reinserción laboral. Dicha cooperativa realiza recolección diferenciada de residuos con disposición final de cada uno de ellos según sus características. En su planta de procesamiento clasifican, acondicionan y reinsertan los residuos reciclables. Este trabajo se hace desde la lógica de una empresa social, donde se propone un crecimiento equilibrado de cada uno de los socios de la organización, y no se buscan grandes rentabilidades sino la excedencia necesaria.

### **6.2.1 Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Argentina.**

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) es una disciplina asociada a la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y/o transporte y disposición final de los residuos sólidos, para su correcto control, y en armonía con principios económicos, de higiene y salud pública, de ingeniería y de las correspondientes consideraciones ambientales.

Por lo tanto gestionar los residuos sólidos urbanos (RSU) de una manera integral significa manipularlos correctamente desde la generación hasta la disposición, utilizando las tecnologías más compatibles con la realidad local, dándoles un destino final ambientalmente seguro, tanto en el presente como en el futuro.

Cada municipio debe buscar su propio modelo de gestión, y tener presente que la cantidad y la calidad de los residuos sólidos generados por cada municipio es principalmente en función de su población, economía y grado de urbanización.

En los países latinoamericanos se identifica un desarrollo reciente de marcos normativos exigentes desde un punto de vista ambiental, en lo que respecta a la gestión de

residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, los cuales muchas veces no coinciden con la realidad socioeconómica o presupuestaria de muchos sitios.

Ejemplo de ello son los basurales a cielo abierto donde se efectúa la disposición final de los residuos en la mayoría de las ciudades y municipios de Argentina y de toda Latinoamérica, siendo escasos los rellenos sanitarios en que se efectúa una disposición correcta y controlada, tanto desde el punto de vista ambiental como del bienestar social. La GIRS presenta actuales problemáticas que requieren la toma de acciones en el corto plazo. En el año 2005, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), ha diseñado la Estrategia Nacional de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU). Esta estrategia es considerada como el inicio del desarrollo en Argentina de la Gestión Integral de RSU.

### **6.2.2 Generación per cápita de RSU.**

Las cantidades de residuos sólidos generadas son de vital importancia tanto para plantear el sistema de separación in situ (hogar) como para dimensionar las instalaciones de clasificación. La unidad de expresión más común utilizada para sus tasas de generación es kg/hab.día, denominada generación per cápita (GPC). La generación diaria en base a la población proyectada por el INDEC a partir de los datos del CENSO 2001 para el año 2010 y partiendo como base de los datos de generación per cápita (GPC) relevados en el 2005 en el marco de la ENGIRSU, la generación per cápita para la provincia de Buenos Aires es de 0,83 kg/hab.día.

### **6.2.3 Composición física de los RSU.**

El siguiente gráfico (Fig. 31) y tabla muestran la composición física estimada de los RSU para el Área Metropolitana de Buenos Aires.

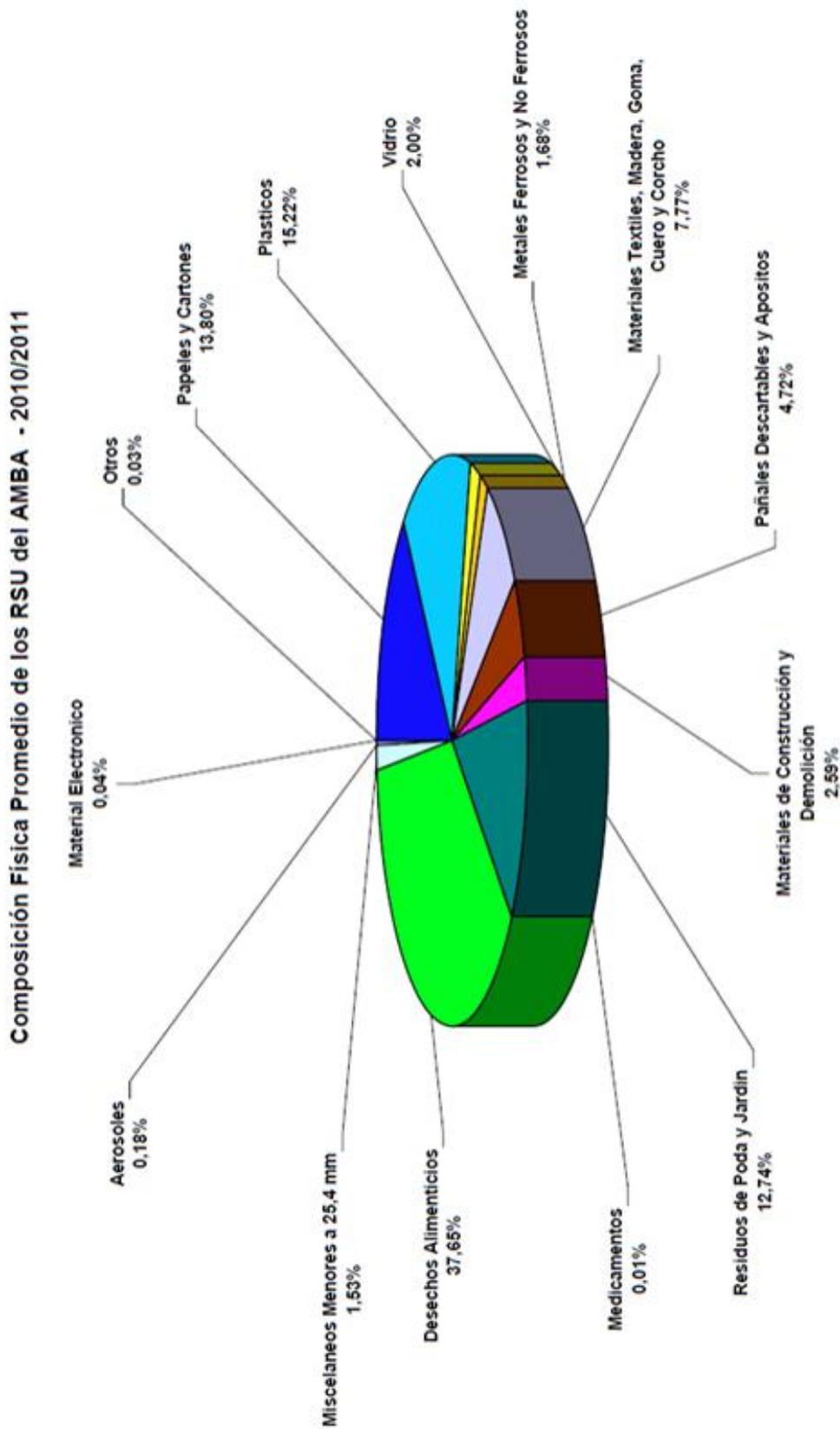


Figura 31: Composición física promedio de los RSU del AMBA

Tabla LII: composición física total del AMBA 2010/2011.

Componentes	Composicion AMBA
<b>Papeles y Cartones</b>	<b>13,80%</b>
Diarios y Revistas	2,71%
Papel de Oficina (Alta Calidad)	0,63%
Papel Mezclado	6,31%
Cartón	3,49%
Envases TetraBricK	0,65%
<b>Plásticos</b>	<b>15,22%</b>
PET (1)	1,99%
PEAD (2)	2,02%
PVC (3)	0,33%
PEBD (4)	6,30%
PP (5)	2,85%
PS (6)	1,55%
Otros (7)	0,18%
<b>Vidrio</b>	<b>2,00%</b>
Verde	1,03%
Ambar	0,17%
Blanco	0,79%
Plano	0,01%
<b>Metales Ferrosos</b>	<b>1,29%</b>
<b>Metales No Ferrosos</b>	<b>0,38%</b>
<b>Materiales Textiles</b>	<b>5,22%</b>
<b>Madera</b>	<b>1,30%</b>
<b>Goma, cuero, corcho</b>	<b>1,26%</b>
<b>Pañales Descartables y Apositos</b>	<b>4,72%</b>
<b>Materiales de Construcción y Demolición</b>	<b>2,59%</b>
<b>Residuos de Poda y Jardín</b>	<b>12,75%</b>
<b>Residuos Peligrosos</b>	<b>0,04%</b>
<b>Residuos Patógenos</b>	<b>0,01%</b>
<b>Medicamentos</b>	<b>0,01%</b>
<b>Desechos Alimenticios</b>	<b>37,65%</b>
<b>Miscelaneos Menores a 25,4 mm</b>	<b>1,53%</b>
<b>Aerosoles</b>	<b>0,18%</b>
<b>Pilas</b>	<b>0,00%</b>
<b>Material Electronico</b>	<b>0,04%</b>
<b>Otros</b>	<b>0,03%</b>
<b>Peso Volumétrico (Tn/m3)</b>	<b>0,292</b>

Fuente: CEAMSE.

#### 6.2.4 Separación en origen de los RSU.

La separación en origen es el punto de partida para lograr un buen sistema de revalorización de residuos.

Los RSU fundamentalmente pueden separarse en orgánicos e inorgánicos, los

orgánicos serán utilizados para la generación de abono por medio de compostaje y los inorgánicos serán separados de acuerdo a la composición física.

Es fundamental para su posterior reciclaje que los residuos inorgánicos se coloquen limpios y secos en sus respectivos contenedores, esto evita que produzcan olor y atraigan insectos durante su almacenamiento en la planta de clasificación y envasado.

Los hogares contará con tres contenedores para residuos (orgánicos, inorgánicos y otros residuos), un contenedor para residuos de poda y jardín e instrucciones para como deshacerse de residuos considerados especiales.

**i. Residuos Orgánicos (37,65%):** se deberán colocar en este contenedor restos de comida vegetariana, cáscaras de fruta y verduras, cáscaras de huevo, pan, yerba mate, café, filtros de café, té, pelo y residuos de poda y jardinería. Deberá evitarse arrojar en cantidades considerables los siguientes tipos de residuos, excrementos de animales, carnes y huesos, salsas y sustancias aceitosas, maderas tratadas, productos lácteos, granos de cereal, residuos del filtro de la aspiradora y malas hierbas.

En caso de que los residuos orgánicos excedan el compostaje doméstico “Creando Conciencia” brindará el servicio de recolección a través de un camión compactador, mediante el sistema puerta a puerta. Los residuos orgánicos serán debidamente dispuestos en el CEAMSE, garantizando la trazabilidad. Cabe destacar que a partir del desarrollo de convenios que “Creando Conciencia” realizó con distintas organizaciones del CEAMSE, los residuos recolectados se descargan en las Plantas Sociales que se encuentran en los complejos Norte II y Norte III en donde otras organizaciones sociales realizan un tratamiento adicional, separando de allí también cualquier residuos reciclable que haya sido descartado entre los residuos orgánicos.

**ii. Residuos inorgánicos:** los tipos de residuos descriptos a continuación deberán ser colocados en un mismo contenedor para que luego la cooperativa “Creando Conciencia” pueda separarlos en su planta clasificadora.

- **Papel y Cartón (13,80%):** papel blanco (impreso o no), diarios, revistas, cajas, fotocopias, libretas, cuadernos, folios, libros y envase tipo Tetrabrik. No deberán colocarse en este contenedor papel encerado, plastificado, metalizado, planchas de etiquetas, pañuelos y pañales descartables, papel higiénico, papel carbónico, papel

aluminio, bolsas y envases laminados en nylon (frituras, galletitas, golosinas, etc.). Cada tonelada de papel reciclado equivale a no talar aproximadamente 20 árboles, y a no usar 1500 litros de gasoil, 4000 kw de energía y 25000 litros de agua. Esos 20 árboles absorben un total de 110 kilos de dióxido de carbono por año.

- **Plásticos (15,22%):** botellas (agua, gaseosas, productos de limpieza), potes de yogurt, postres, bidones, envases de shampoo, productos de bazas, bolsas de plástico y sillas. No deberán colocarse vasos envases con restos de pintura, solventes, agroquímicos, pegamentos o sustancias tóxicas, biromes, CDs y DVDs. El plástico debe estar limpio sin ningún rastro de lo que contenía en su interior. El plástico desechado que va a ríos, lagunas y océanos, mata alrededor de 1 millón de animales por año. Una botella de plástico puede tardar hasta 1000 años de biodegradarse. Al reciclar plástico, se evita el uso de petróleo, ya que este plástico reciclado se utiliza para producir baldes, cajas de herramientas, broches, cajitas para DVD, espejos retrovisores y tazas para autos, entre otros. Por ejemplo reciclar una botella de plástico ahorra la cantidad de energía necesaria para hacer funcionar una bombilla de 60watts por 3 horas, y además se necesita apenas la mitad de energía que se necesita para incinerarla.
- **Vidrios (2,00%):** botellas, frascos, vasos, vidrios de ventana, parabrisas de autos. No deberá arrojarse lámparas fluorescentes, termómetros de mercurio, lámparas halógenas tubos de luz y espejos. El vidrio es reciclable en un 100%, y no hay límites de veces que se puede reciclar. Se necesita apenas el 25% de la energía necesaria para hacer vidrio nuevo. A su vez, reduce la contaminación del aire en un 20% y la del agua en 50% en comparación con hacer una botella nueva. El vidrio de las botellas más modernas tarda más 4000 años en desintegrarse.
- **Metales (1,67%):** latas de aluminio y conservas, aerosoles y metales. El aluminio puede reciclarse infinitas veces y nunca pierde la calidad. Se necesita apenas el 5% de la energía necesaria para hacer aluminio nuevo. Reciclar una lata ahorra un total de energía equivalente a 3 horas de una televisión prendida. El aluminio tarda 500 años en biodegradarse. El aluminio debe estar limpio, sin ningún resto, aplastado para que ocupe menos espacio. El aluminio debe tener el signo de reciclable. Aquellos que no se doblan fácilmente no son reciclables.

- iii. Otros residuos (29,66%):** todo lo excluido en las clasificaciones anteriores más residuos patógenos deberán ser colocados en un contenedor para luego ser recolectados por el servicio habitual de recolección de residuos de la zona.
- iv. Residuos poda y jardín (12,75%):** en parte serán utilizados para el compostaje hogareño y el excedente será recolectado por “Creando conciencia” donde serán dispuestos en centros habilitados por el Municipio y recibirán tratamiento de chipeado y compostaje.
- v. Residuos especiales.**
- **Residuos de obra:** serán recolectados en volquetes por la cooperativa “Creando conciencia”
  - **Aceite de cocina:** deberá ser depositado en bidones de plástico para luego ser recolectado periódicamente por cooperativas o empresas que lo utilicen para la elaboración de biocombustible.
  - **Pilas:** hoy en día no existen iniciativas gubernamentales tendientes a buscar soluciones a pesar de considerar a la pila un residuo peligroso según la ley nacional 24051. La ley llama sustancias eco tóxicas a todo aquel desecho que si se libera, produce efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente. Han surgido en los últimos años algunas experiencias llevadas a cabo por organizaciones no gubernamentales (ONG), en diferentes puntos del país tales como Bariloche, Córdoba y Mar del Plata, pero aún no se puede afirmar científicamente con absoluta seguridad sobre los resultados de esas experiencias (vitrificación, encapsulado, enterramiento, etc.). Es conveniente el uso de aparatos conectados a la red eléctrica y preferir las pilas recargables, si bien son más caras y contienen cadmio, su durabilidad las hace menos peligrosas. Otra alternativa es optar por las pilas alcalinas con mínimo de mercurio y preferentemente opciones de las que se puede hacer uso. En Buenos Aires, por el momento, es preferible y más prudente arrojar las pilas con la basura doméstica, por cuanto esta irá a parar a los rellenos sanitarios y contaminará menos, ya que en ellos se cuenta con una cobertura para que los metales y otros elementos contaminantes no pasen a las napas. Los líquidos lixiviados de los rellenos, altamente contaminantes, son tratados adecuadamente antes de su destino final. El emprendimiento propone

guardar las pilas en botellas o bidones de plástico tapadas, y una vez llenas, entregarlas al sistema de recolección de residuos del barrio. Este se encargará de almacenarlas en la planta de clasificación para luego contactar a una ONG que se dedique a la recolección de las mismas, o en el peor de los casos (y cuando las condiciones de almacenamiento lo requieran) serán enviadas al CEAMSE donde serán utilizadas como relleno sanitario.

- **Colectas:** siguiendo el principio de que desechos para unos puede ser útil para otros, la administración del emprendimiento realizará colectas donde los residentes podrán entregar vestimenta, indumentaria, artefactos electrónicos y otros artículos afines, que luego serán donadas a ONGs/Instituciones religiosas.

#### 6.2.5 Reciclado de los RSU.

Según el tercer informe de avance del estudio realizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y el CEAMSE “Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos del área metropolitana de Buenos Aires”, del total de residuos generados, recolectados y dispuestos en CEAMSE, se estima que el 16,2 % sería material potencialmente reciclable.

Los componentes analizados son los siguientes:

- **Papeles y cartones** (entre ellos: diarios y revistas, papel de oficina, papel mezclado y cartones).
- **Plásticos** (PET, PEAD y PEBD).
- **Vidrios** (blanco, ámbar y verde de envases y botellas).
- **Metales ferrosos.**
- **Metales no ferrosos.**

Si bien desde el punto de vista físico, químico y biológico los materiales señalados son potencialmente reciclables, desde el punto de vista económico deberá determinarse oportunamente que elementos pueden adquirir valor monetario en cada momento histórico y de acuerdo a la tecnología integral de operación que pueda disponerse para su procesamiento.

En efecto, sólo algunos elementos, componentes y subcomponentes, de los residuos logran concretar su valorización potencial desde un punto de vista mercantil (papeles y cartones, envases de PET), en función de los acondicionamientos requeridos y las

transformaciones técnicas necesarias y exigidas por el mercado. Así, una parte de los residuos debe ser separada bajo control (en condiciones sanitarias y de seguridad e higiene adecuadas) y al menor costo posible, a fin de evitar impactos no deseados sobre el ambiente y la comunidad.

### 6.2.6 Cadena de valor de materiales reciclables (Fig. 32).



El gráfico es una adaptación del desarrollo de la Tesis de Maestría de Julieta Caló, disponible en [www.proyectaryproducir.com.ar](http://www.proyectaryproducir.com.ar)

Figura 32: cadena de valor de materiales reciclables

### 6.2.7 Compostaje doméstico.

Los residuos orgánicos cuando son destinados a relleno sanitario, son los principales causantes de la generación de líquidos contaminantes. En cambio, si se separan los restos de frutas, verduras, cáscaras de vegetales y de huevo, yerba, mate, té y café, y los residuos de poda, podemos evitar esa contaminación. Con estos residuos, es posible hacer compost, es decir, un abono totalmente natural.

Los residentes del emprendimiento deberán tener en su jardín un recipiente aireado, como un tacho plástico con perforaciones, para realizar el compost. Las medidas mínimas recomendables para la pila o el recipiente son de 70 cm de ancho por un 1 m de alto.

Si bien el emprendimiento podría contar con una planta de compostaje (y podrá ser evaluada en una etapa posterior del proyecto), creemos firmemente que las propias familias realicen el compostaje refuerza el compromiso de estas con el medio ambiente. Con tal fin se promoverán la tenencia de huertas orgánicas hogareñas y en espacios comunes del barrio.



Figura 33: contenedor compostaje doméstico

A continuación se explicará brevemente el proceso de compostaje:

El mejor lugar para ubicar el recipiente que se destinará para el compost tiene que tener sombra en verano.

Al colocar en el recipiente los residuos orgánicos, se deben equilibrar los elementos ricos en nitrógeno (verdes, como frutas y verduras) con aquellos ricos en carbono (marrones, como hojas secas y ramas)

Para preparar el compost, puede comenzarse con una capa gruesa (aproximadamente 15 cm) de ramas en la base para el drenaje. Luego, se coloca una capa delgada de materiales orgánicos de cocina y materiales orgánicos verdes, cubriéndola con una capa de orgánicos marrones, sin dejar expuestos restos de alimentos. Finalmente, debe humedecerse bien y volver a repetir en ese orden las capas.

Las cantidades de restos de comida cocida que se incluye debe ser moderada, evitando el pescado, lácteos y carne. Una buena medida es cubrir estos restos con hojas, para evitar los olores y los insectos.

Cada tres días, es recomendable revolver el contenido de la pila o recipiente a fin de que entre aire, para acelerar el proceso de descomposición de los residuos, mejorar la calidad del compost y evitar los olores.

La humedad es fundamental para el proceso de descomposición, pero en su justa medida: el compost debe estar húmedo, pero no mojado. En caso de que se moje, pueden agregarse materiales “marrones” o darlo vuelta. Si el contenido de la pila o compostera se encuentra muy seco, es preciso agregar agua.

Aproximadamente en ocho semanas, el proceso de descomposición habrá finalizado, obteniéndose un abono de color marrón y olor agradable, que puede incorporarse a las macetas y al jardín, como un aporte extra de nutrientes.

### 6.2.8 Reducción del impacto ambiental.

La implementación de un plan integral de residuos para el emprendimiento desde la selección en origen hasta la correcta disposición final de los residuos, puede dar muy buenos resultados reduciendo hasta un 56,2% (compostaje doméstico y reciclado por un tercero) los residuos sólidos urbanos del emprendimiento, dejando un 43,8% solamente para ser dispuesto en el CEAMSE.

Tabla LI: destino y reducción de los RSU barrio sustentable vs barrio actual.

Barrio actual vs Barrio sustentable	Reciclables		No Reciclables	Barrio Actual (CEAMSE)	Reducción de residuos solidos urbanos
	Barrio Sustentable (Inorgánicos)	Barrio Sustentable (Orgánicos)	Barrio Sustentable (CEAMSE)		
kg basura diaria/hab	0,13	0,33	0,36	0,83	56,20%
kg basura diaria/familia	0,67	1,66	1,82	4,15	
kg basura diaria total barrio	929,12	2294,12	2512,06	5735,30	
kg basura semanal/hab	0,94	2,32	2,54	5,81	
kg basura semanal/familia	4,71	11,62	12,72	29,05	
kg basura semanal total barrio	6503,83	16058,84	17584,43	40147,10	
kg basura mensual/hab	4,09	10,10	11,06	25,25	
kg basura mensual/familia	20,45	50,49	55,29	126,23	
kg basura mensual total barrio	28260,69	69779,48	76408,53	174448,71	
kg basura anual/hab	49,08	121,18	132,69	302,95	
kg basura anual/familia	245,39	605,90	663,46	1514,75	
kg basura anual total barrio	339128,29	837353,80	916902,41	2093384,50	

### **6.2.9 Sistema de recolección de residuos.**

El diseño eficiente de un sistema de recolección de residuos debe tener en cuenta las diferentes etapas por las que pasan los residuos dentro un emprendimiento, desde la separación en origen, pasando por el almacenamiento en tachos contenedores comunes, hasta la recolección de los residuos por terceros

#### **i. Separación en origen.**

Las viviendas contarán con tres contenedores diferentes para la separación de residuos con un color de bolsa asignada para cada tipo de residuos. Las bolsas de compras en supermercado presentan un gran problema para el medio ambiente, por tal motivo se tomó la decisión de reutilizarlas para el desecho de residuos destinados al CEAMSE.

- **Verde:** residuos orgánicos.
- **Azul:** residuos inorgánicos.
- **Blancas o bolsas de supermercado:** residuos destinados al CEAMSE.
- **Negras:** residuos de poda y jardín.

Recordemos que los residentes tendrán la opción de generar compost en sus hogares, a pesar de esto se debe proporcionar al propietario un medio para que puedan drenar el excedente (si es que hay) de residuos orgánicos.

#### **ii. Almacenamiento intermedio.**

Los vecinos contarán con tres contenedores de diferente color en las calles del barrio para depositar los residuos respectivamente, salvo para los residuos de poda y jardín que deberán dejarse en la puerta de cada hogar contenidos en sus respectivas bolsas negras.

#### **iii. Esquema de recolección de residuos por terceros.**

Por cuestiones de seguridad la recolección diaria de residuos, ubicados en los contenedores de las calles del emprendimiento, será realizado por personal propio en un vehículo utilitario.

Una vez funcionando el barrio se informará a los propietarios el cronograma de recolección para los diferentes tipos de residuos.

Los residuos recolectados serán trasladados al área de acumulación ubicado en la zona de servicios del emprendimiento, para luego sean retirados por terceros (la cooperativa “creando conciencia” y el prestador de servicio municipal).

### 6.2.10 Inversión necesaria.

El objetivo de este apartado es determinar la inversión necesaria para la implementación del sistema de recolección de residuos propuesto.

#### i. Contenedores.

Para determinar la cantidad de contenedores a comprar, se supone el siguiente esquema para el depósito de residuos en los contenedores ubicados en las calles del barrio.

Tabla LII: volumen máximo diario de residuos doméstico.

Tipo de Residuo	Cantidad de veces a día que sacan los residuos	Volúmen promedio estimado por bolsa (lts)	Lotes	Volumen diario (lts)
Orgánicos	0,50	30	1382	20730
Inorgánicos	0,50			20730
CEAMSE	1,00			41460

Para brindarle mayor comodidad propietario se dispone de contenedores cada 30 lotes, por lo tanto se va a disponer de 46 tachos por cada tipo de residuo. Ahora se divide el volumen diario por la cantidad de contenedores y obtenemos la capacidad que debe tener cada contenedor.

Tabla LIII: capacidad contenedores.

Tipo de Residuo	Volumen diario (lts)	Cantidad total de contenedores (lts)	Capacidad Contenedores (lts)
Orgánicos	20730	46	451
Inorgánicos	20730		451
CEAMSE	41460		901

De las medidas disponibles en el mercado (120 lts, 240 lts, 660 lts y 1000 lts) las que mejores se ajustan a nuestras necesidades son la de 660 lts a un valor de \$5.250 y la de 1000 lts a un valor de \$5.650 (valores aproximados a septiembre 2014).



Figura: 34: contenedor común de residuos

Por lo tanto la inversión necesaria en contenedores será de:

Tabla LIV: inversión total en contenedores.

Tipo de Residuo	Volumen contenedor (Its)	Cantidad total de contenedores (Its)	Precio por contenedor (ARS)	Inversión total (ARS)
Orgánicos	660	46	\$ 5.250,00	\$ 241.500,00
Inorgánicos	1000		\$ 5.650,00	\$ 259.900,00
<b>Total</b>				<b>\$ 742.900,00</b>

**ii. Vehículo de recolección.**

Para realizar la recolección de residuos se optó por la compra de un vehículo utilitario de la marca KIA modelo K2500 con una capacidad de carga de 1500 KG, motor 2.5 diésel de 130 hp y una caja 1,61 m x 3,11 m con laterales rebatibles que facilitan el trabajo al operador. El valor de este vehículo ronda los \$250.000.



Figura: 35: Vehículo seleccionado para la recolección de residuos

### iii. Área de acumulación de residuos.

Los residuos serán trasladados hasta el área de almacenamiento de residuos que estará ubicada en el área de servicios comunes del emprendimiento.

Se construirá un depósito abierto con doble acceso y paredes divisorias para cada tipo de residuos, quedando así cuatro sitios de almacenamiento delimitados para residuos orgánicos, inorgánicos, aquellos destinados al CEAMSE y residuos de poda y jardín. Los terceros accederán a este depósito para retirar los residuos en cuestión.

El tamaño del depósito a calcular será determinado por el máximo volumen diario de residuos, que es el destinado al CEAMSE. El depósito estará diseñado para albergar como máximo cinco días de residuos para poder hacer frente a cualquier tipo de inconveniente que se presente con los terceros.

Suponiendo que una bolsa ocupe  $0,09 \text{ m}^2$  (30 cm x 30 cm), que todos los días los residentes descarten una bolsa de basura por tipo de residuo, considerando 5 días de almacenamiento y debido al factor de acomodamiento entre 12 bolsas/ $\text{m}^2$ , se necesitaría un superficie de  $52 \text{ m}^2$  por tipo de residuos. Por lo tanto la superficie total del depósito deber ser, redondeada, a  $200 \text{ m}^2$ .

Para tener una referencia del valor del depósito a construir, se consultó a la empresa EIDICO el valor del  $\text{m}^2$  de construcción aplicable a este tipo de obras, definiendo así  $300 \text{ USD}/\text{m}^2$  de construcción. Por lo tanto el costo total de construcción del depósito será de US\$ 60.000, o sea \$504.000.

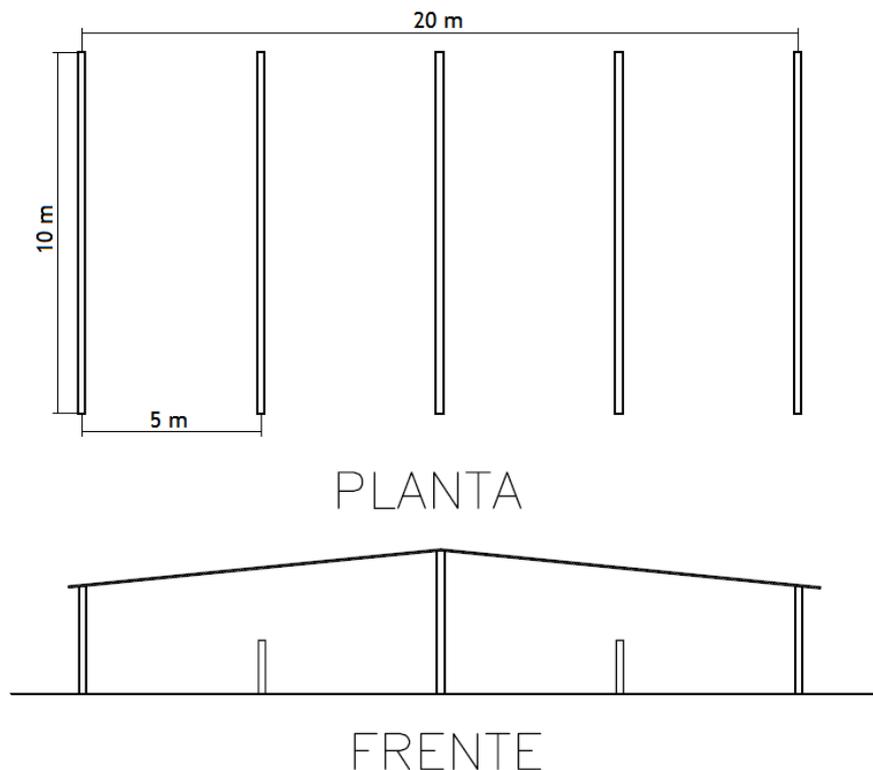


Figura 36: plano depósito de residuos domiciliarios

La inversión necesaria para implementar correctamente el sistema de gestión de residuos queda definida en el siguiente cuadro.

Tabla LV: inversión total sistema gestión de residuos.

Item	Inversión
Contenedores	\$ 742.900,00
Vehículo	\$ 250.000,00
Depósito	\$ 504.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.496.900,00</b>

### 6.3 TRATAMIENTO DE EFLUENTES DOMICILIARIOS.

El ciclo urbano del agua, que se inicia con la captación, luego conducción, abastecimiento, uso, recolección, tratamiento, y termina con la descarga y su posible reutilización, ha adquirido un papel relevante en el desarrollo de los centros urbanos. En este contexto, es de suma importancia contar con sistemas que aseguren un cierto grado de sustentabilidad.

Según establece la Ley Provincial N° 5965 "Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera" en su artículo °2.

*“Prohíbese a las reparticiones del Estado, entidades públicas y privadas y a los particulares, el envío de efluentes residuales sólidos, líquidos o gaseosos, de cualquier origen, a la atmósfera, a canalizaciones, acequias, arroyos, riachos, ríos y a toda otra fuente, cursos o cuerpo receptor de agua, superficial o subterráneo, que signifique una degradación o desmedro del aire o de las aguas de la provincia, sin previo tratamiento de depuración o neutralización que los convierta en inocuos e inofensivos para la salud de la población o que impida su efecto pernicioso en la atmósfera y la contaminación, perjuicios y obstrucciones en las fuentes, cursos o cuerpos de agua.”*

En pos del cuidado del recurso hídrico esencial para la vida y el cumplimiento de la normativa vigente el emprendimiento contará con su propia planta de tratamiento de efluentes.

### **6.3.1 Marco teórico.**

El propósito principal de cualquier tratamiento de agua residual es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga.

El objetivo de depurar un agua residual se logra mediante la integración de operaciones (físicas) y procesos (químicos y biológicos) unitarios, que son seleccionados en función de las características del agua residual y calidad deseada del agua tratada.

En un sistema de tratamiento de aguas residuales siempre se producirán residuos, como los lodos, y la generación de emisiones gaseosas.

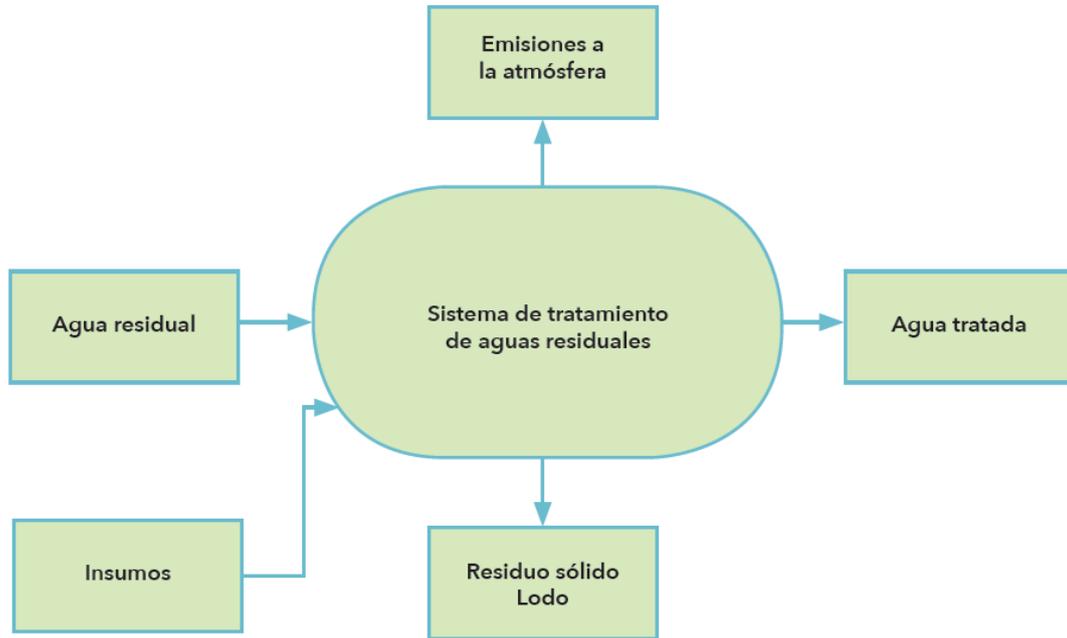


Figura 37: diagrama sistema de tratamiento de efluentes

Por otro lado, los requerimientos de insumos, tales como energía eléctrica y reactivos químicos, se darán en función de las tecnologías seleccionadas para integrar el sistema de tratamiento, y por ende, el costo de operación dependerá también de ello.

Los sistemas de tratamiento de efluentes pueden dividirse en dos grandes grupos, los tratamientos fisicoquímicos y los biológicos. Los primeros hacen uso de procesos físicos (uso de la gravedad, filtración por retención física, atracción electrostática, etc.) y de procesos químicos (coagulación, absorción, oxidación, precipitación, etc.). El segundo tipo involucra la degradación o transformación del material orgánico por medio de microorganismos.

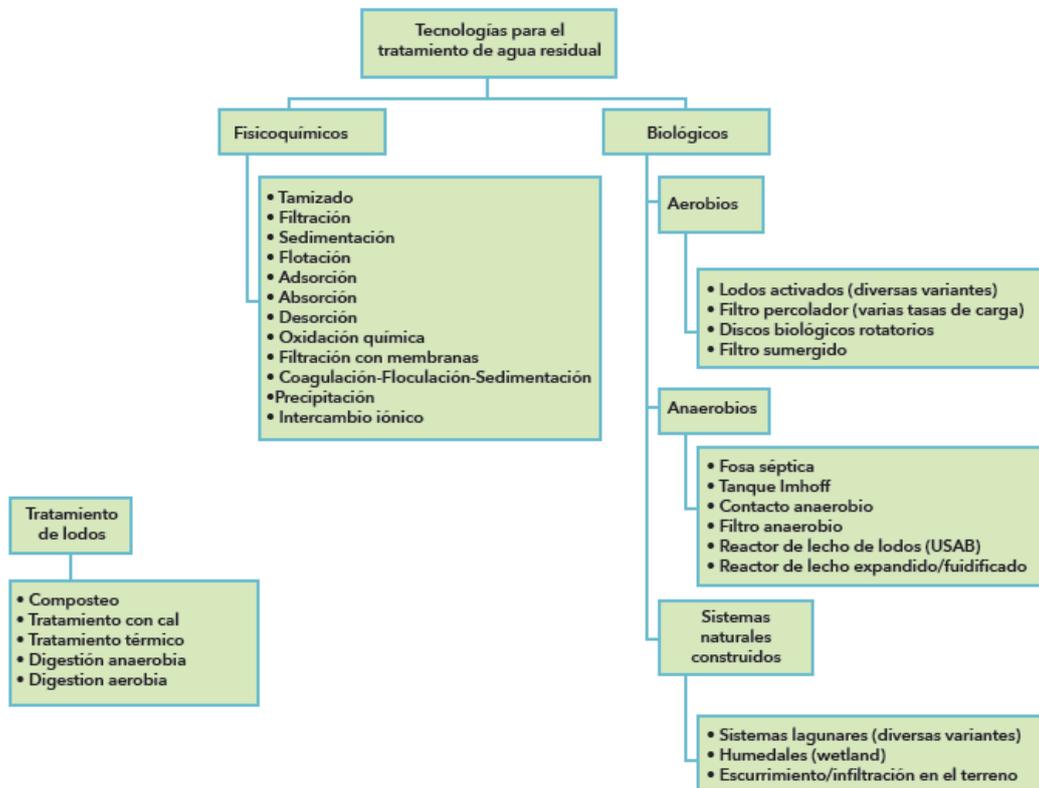


Figura 38: diferentes métodos de tratamiento de agua residual y lodos.

Dentro de los sistemas biológicos existen los sistemas aeróbicos (requieren oxígeno) y los anaeróbicos (funcionan sin oxígeno).

Como se indicó, los sistemas de tratamiento de agua residual generan lodos que hay que tratar para poder disponer de ellos adecuadamente.

En el sistema aeróbico, un 65% de la energía producida por el metabolismo microbiano se transforma en nuevas células (denominadas en forma general como lodos) mediante la síntesis (energía de anabolismo). El 35% restante se disipa como resultado de la liberación de energía que acompaña a los procesos vitales de la célula (energía de catabolismo). Estos lodos resultantes deben a su vez ser tratados previamente a su disposición final, lo cual implica costos adicionales. Adicionalmente, para procesar el sustrato por vía aerobia en sistemas mecanizados, es necesario suministrar energía eléctrica para transferir oxígeno al agua y a los microorganismos, lo que se realiza con equipo electromecánico (aireadores mecánicos, compresores).

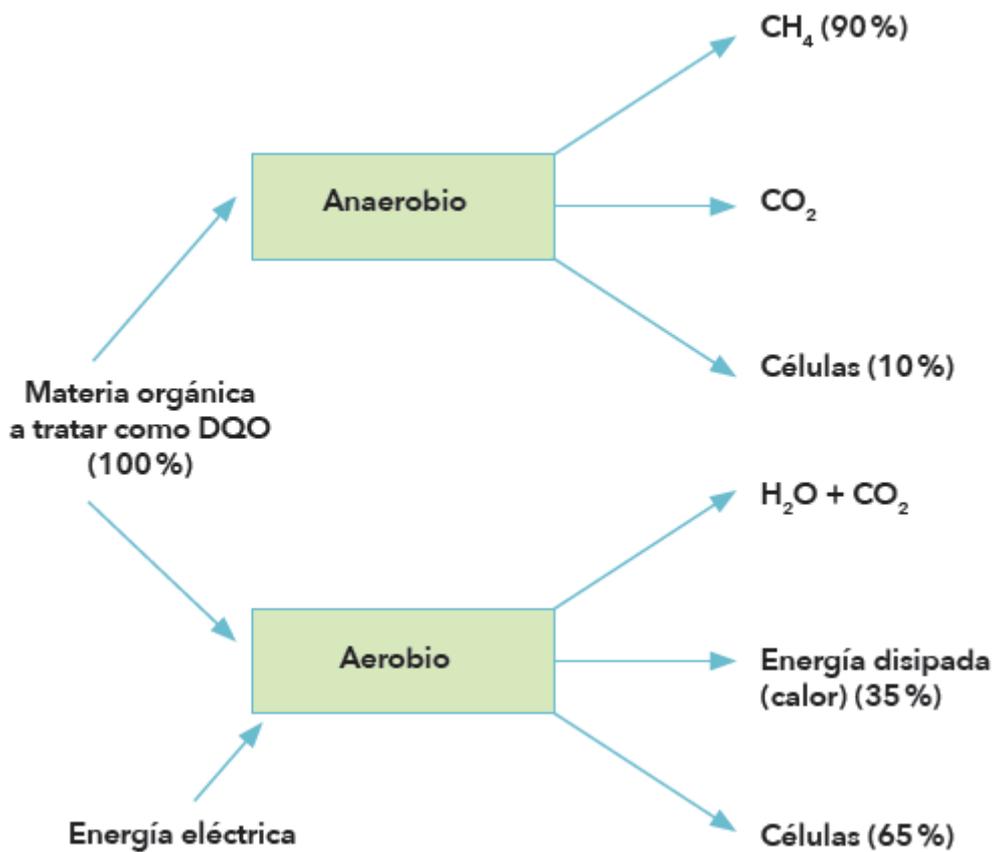


Figura 39: diferencias entre sistema aeróbico y anaeróbico.

Por otra parte, si este mismo sustrato se trata por vía anaeróbica, el 90% de la energía contenida en él se encuentra en la molécula de metano, gas combustible que puede ser usado como fuente de energía para generar calor o electricidad, entre otros usos. Es de resaltar que prácticamente no hay consumo de energía para la operación del sistema anaeróbico comparado con el sistema aeróbico. Además, tan solo el 10% de la energía de sustrato se transforma en lodo, lo cual representa una gran ventaja sobre los sistemas aeróbicos pues hay hasta seis veces menos masa de lodos que tratar y disponer, lo que reduce significativamente los costos asociados a estos requerimientos.

La ventaja que posee el sistema aeróbico sobre el anaeróbico, y por lo cual es utilizado ampliamente, es que la calidad del agua tratada es superior al efluente anaeróbico y permite cumplir con regulaciones ambientales estrictas. Los efluentes anaeróbicos mantienen materia orgánica disuelta (demanda química de oxígeno, DQO) y compuestos inorgánicos en su forma reducida (amonio, sulfuro de hidrógeno), que generan mayores impactos al medio receptor.

Si se deseara utilizar el sistema anaeróbico para sacar ventaja de las características antes mencionadas, este sistema debe ser seguido de un sistema aeróbico de pulimento para terminar de degradar la materia contenida en el efluente anaeróbico y así cumplir con las normas de descarga.

**i. Niveles de tratamiento dentro de una planta de tratamiento de efluentes.**

- a. Tratamiento preliminar:** se refiere a la eliminación de componentes que puedan provocar problemas operacionales en el proceso de tratamiento.
- b. Tratamiento primario:** una porción de sólidos y materia orgánica suspendida es removida del agua residual utilizando la fuerza de gravedad.
- c. Tratamiento secundario:** en esta etapa se elimina la materia orgánica biodegradable por medios preferentemente biológicos (aeróbico y anaeróbico) debido a su bajo costo y alta eficiencia de remoción. Básicamente los contaminantes son transformados por los microorganismos en materia celular, energía para su metabolismo y en otros compuestos orgánicos e inorgánicos.
- d. Tratamiento terciario o avanzado:** se refiere a todo tipo de tratamiento hecho después del tratamiento secundario con el fin de eliminar sólidos suspendidos, nutrientes y materia orgánica no biodegradable. Por lo general este tipo de tratamiento es necesario cuando deben cumplirse normas estrictas de descarga.

**ii. Tratamiento y disposición final del lodo.**

La generación de lodo en cualquier tipo de tratamiento es inevitable y es un factor muy importante que debe ser considerado para una buena elección del proceso de tratamiento, ya que en el caso de las plantas de tratamiento los contaminantes se transforman, en parte, en lodo.

Algunos procesos para el tratamiento del lodo son la digestión anaerobia, la digestión aerobia, el composteo mezclado con residuos celulósicos, la estabilización con cal, la incineración y la pasteurización. Como destino final podrán ser desechados en lugares especialmente acondicionados para ello (mono-relleno sanitario) o si la legislación ambiental lo permite, en rellenos sanitarios municipales.

El emprendimiento contratará una empresa que disponga y certifique que los lodos fueron dispuestos correctamente.

Una opción atractiva para la disposición final es el aprovecharlos como mejoradores de suelos o fertilizantes agrícolas.

### **6.3.2 Planta de tratamiento de efluentes del emprendimiento.**

Originalmente se había planteado instalar en cada hogar un biodigestor anaeróbico seguido de un sistema de infiltración para utilizarlo como riego de jardín, pero luego de hablar con especialistas recomendaron no hacerlo debido a que nadie supervisará el funcionamiento del sistema y por lo tanto la calidad de los efluentes puede no ser óptima contaminando las napas, por otro lado deben hacerse estudios de suelo para determinar la absorción de agua y no transformar el barrio en un pantanal.

Debido a lo expresado anteriormente para el diseño y construcción de la planta de tratamiento de efluentes para el emprendimiento se contactó a la empresa OPECI tratamiento de efluentes, cuya propuesta fue de construir una planta utilizando la tecnología de lodos activados.

El funcionamiento de la planta será supervisada al menos 1 vez por semana por personal especializado y contará con un recurso destinado a la operación de la misma.

Una de las alternativas era reutilizar el agua tratada para riego, lavado de automóviles y lavado de ropa, tras consultarlo con la empresa OPECI se descartó la idea ya que un mínimo error en el funcionamiento de la planta de tratamientos puede generar grandes perjuicios a los propietarios y por lo tanto serias consecuencias económicas para el emprendimiento.

### **6.3.3 Funcionamiento básico de plantas por lodos Activados.**

Este proceso ha sido y es uno de los más utilizados en el mundo para el tratamiento de aguas residuales de tipo doméstico o municipal.

En los procesos de lodos activados, los microorganismos se encuentran mezclados con la materia orgánica que digerirán para reproducirse y sobrevivir. Cuando la masa de microorganismo crece y es mezclada con la agitación introducida al tanque por medios mecánicos o de inyección de aire, ésta tiende a agruparse (floculación) para formar una masa activa de microorganismos denominada lodo activado; a la mezcla de este lodo con el agua

residual se llama licor mezclado. El licor mezclado fluye del tanque de aireación a un clarificador secundario donde el lodo activado sedimenta.

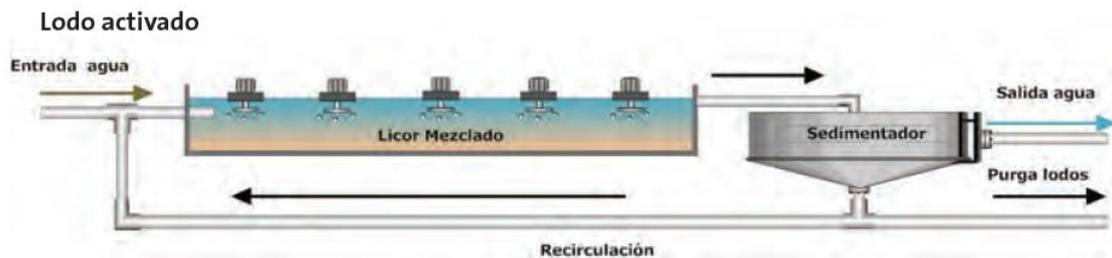


Figura 40: proceso de tratamiento por lodos activados.

Una porción del lodo sedimentado debe ser retornado al tanque de aireación para mantener una apropiada relación sustrato-microorganismo y permitir así una adecuada degradación de la materia orgánica.

Por otra parte, un requerimiento básico del sistema de lodos activados es su adecuada aireación, que puede ser realizada mediante difusores de aire o aireadores mecánicos.

En el reactor completamente mezclado, las partículas que entran al tanque de aireación son inmediatamente distribuidas en todo el volumen del reactor logrando una homogeneidad completa en el mismo. La concentración de contaminantes en el reactor es, idealmente, la misma en todo el volumen del reactor y por lo tanto en su salida.

#### 6.3.4 Planta propuesta.

La planta depuradora fue diseñada en base a los siguientes parámetros estimados por especialistas de la empresa OPECI:

Tabla LVI: parámetros diseño planta tratamiento de efluentes

Tipo de efluente a tratar	Cloacal
Población	7.000 personas
Tipo de población	Estable
Tasa	250 Lts/p.d
Volumen diario	850 m <sup>3</sup> /día
Caudal normal (promedio en 24 hs )	35,42 m <sup>3</sup> /h
Caudal pico	70,84 m <sup>3</sup> / h
Carga unitaria	60 gr DBO/p.d
Carga total	204 kg DBO/d
DBO <sub>5</sub> promedio del efluente crudo	240 ppm
DBO <sub>5</sub> promedio del efluente tratado	Menor o igual a 50 ppm
Pluvial y/o agua de napa	No llega a la planta
Efluente Industrial	No llega a la planta

Fuente: OPECI tratamiento de efluentes.

El suministro y las tareas a realizar para lograr la depuración del efluente cloacal indicado en las bases de cálculo, son los siguientes:

**i. Descripción de la planta.**

Se instalará un planta depuradora metálica y compacta, la misma depurará el efluente cloacal en forma aeróbica mediante el proceso de lodos activados.

La misma contará con un soplante tipo Roots, una bomba dosificadora a diafragma, un barredor de fondo y de superficie y un tablero eléctrico.

La planta está compuesta por los siguientes tanques metálicos:

- Dos tanques concéntricos, donde el tanque interior será el sedimentador secundario y el toro entre ambos tanques será la cámara de aireación.
- Un tanque cilíndrico que será el digestor aeróbico
- Un tanque rectangular que será la cámara de cloración.

**ii. Construcción.**

La construcción será in situ y se montarán los equipos electromecánicos de la misma durante dicha construcción. Se conexionará la cañería del pozo de bombeo, que llegará hasta la parte superior de la planta depuradora para volcar el efluente crudo en la misma y la salida del efluente tratado desde la cámara de cloración a l caño que llegará hasta dicha cámara .

**iii. Puesta en marcha.**

Una vez finalizado el montaje, el personal de OPECI realizará la puesta en marcha. Durante el lapso de vigencia del contrato (5 años) un profesional de nuestra firma realizará una visita semanal a fin de recomendar las tareas y controles que deberá realizar nuestro operador. El mismo trabajará 4 horas por día de lunes a sábados inclusive.

**iv. Mantenimiento.**

Durante el lapso de vigencia del contrato, OPECI realizará el mantenimiento de la planta depuradora incluyendo el suministro insumos, repuestos y/o equipos dañados.

**v. Reactivos químicos.**

La empresa contratada será la encargada de suministrar el hipoclorito de sodio, reactivo necesario para la operación.

**6.3.5 Impacto Ambiental.**

El tratamiento del efluente cloacal es una exigencia del estado que obliga a los desarrollos a volcar efluente tratado a los cursos de agua. Esto fue costeado y será incluido en el proyecto. Lo que no exige la ley y será incluido dentro de los elementos a tratar dentro del sistema son nitrógeno y fósforo. Ambos compuestos podrían ser volcados al curso de agua pero a fin de mejorar el impacto de manera positiva trataremos ambos.

El nitrógeno y el fósforo son esenciales para todos los organismos vivos, son parte fundamental de las moléculas como proteínas y ácidos nucleicos y nutrientes indispensables en el crecimiento de organismos fotosintéticos.

En la química del agua, los compuestos del nitrógeno y del fósforo representan un papel muy importante puesto que son ellos los verdaderamente responsables del crecimiento de los organismos animales y vegetales en el medio acuático.

Por este motivo, los vertidos de compuestos nitrogenados y fosfatados deben reducirse paulatinamente. Por ello, la estación depuradora de aguas residuales se del emprendimiento contemplará eliminar estos compuesto incluyendo el tratamiento de nitrógeno y fósforo como parte del proceso.

#### **6.3.6 Costo total del sistema.**

Según cotización realizada por la empresa OPECI, el costo para la planta diseñada para el emprendimiento, si no se incluye tratamiento de nitrógeno y fósforo en el efluente, sería de \$4.671.810 IVA incluido.

Dado que se decidió incluir el tratamiento de nitrógeno y fósforo el costo total de la planta sería de \$5.521.230 IVA incluido

#### **6.3.7 Descarga de efluentes tratados.**

El efluente será conducido, junto con los desagües pluviales para su descarga, a una zanja de guarda paralela a las vías del tren que conduce con pendiente natural las aguas tratadas hacia el arroyo Escobar.

El plan de desagüe previamente deberá ser validado por ADA (Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires).

### **6.4 ALUMBRADO PÚBLICO LED.**

El alumbrado público cumple el rol de iluminar las calles y zonas comunes del barrio a fin de permitir una correcta visibilidad durante la noche. En este apartado analizaremos tres alternativas diferentes, que podemos encontrar en el mercado local, para finalmente optar por la que más se adecúe al objetivo.

#### **6.4.1 Sodio de Alta Presión.**

Es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Producen luz amarilla / anaranjada. Tienen un rendimiento bastante alto: 70 a 90 Lumens / Watt y una vida útil de 15.000 horas. Tienen un tiempo de encendido de alrededor de 10 minutos. El costo de la lámpara está en el orden de los \$200

#### 6.4.2 Lámparas fluorescentes.

Tiene el funcionamiento de un tubo fluorescente pero está armada con un formato helicoidal de manera de reducir el tamaño. Tienen un rendimiento bajo: (en relación a las otras alternativas analizadas): 50 a 70 Lumens / Watt y una vida útil de 8.000 horas. El costo de la lámpara está en el orden de los \$250. Debido a su bajo rendimiento descartaremos esta alternativa para el emprendimiento.

#### 6.4.3 LED.

Se basa en la suma de varios LEDs. Tienen el mayor rendimiento: 90 a 110 Lumens / Watt y la mayor vida útil: 50.000 horas. El costo de la lámpara está en el orden de los \$900.

#### 6.4.4 Análisis económico.

De los valores expuestos surge que no es económicamente conveniente hacer uso de iluminación LED. Esto está determinadamente influenciado por el costo de la energía eléctrica que actualmente está muy por debajo del precio mundial; si esto no fuera así se podría esperar un repago de 2 a 4 años. Desde este aspecto convendría usar Sodio de Alta Presión.

#### 6.4.5 Impacto ambiental.

A continuación evaluaremos las emisiones de CO<sub>2</sub> por año que aporta cada alternativa a la atmosfera.

Tabla LVII: consumo y emisiones anuales de CO<sub>2</sub> LED vs SAP.

Tecnología	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Horas año	Energía Anual (kWh)	Mix eléctrico gCO <sub>2</sub> /kWh	Amisión anual de kgCO <sub>2</sub> anual
LED	255	40	4.380	44.676	500	22.338
SAP		150		167.535		83.768

Como vemos en la tabla, las menores emisiones las registra la tecnología LED lo que la hace la mejor opción desde el punto de vista ambiental (lo cual era de esperar ya que es la tecnología que se está usando en otros países). Optando por instalar luminarias LED en el emprendimiento se evita la emisión de 61.430 kg de CO<sub>2</sub>/año (73%).

### 6.4.6 Comparación económica de SAP vs LED.

Según surge del diseño del emprendimiento, será necesario instalar 255 luminarias para poder alumbrar correctamente las calles del barrio.

En el siguiente cuadro vemos los costos anuales totales (sin subsidio), considerando el recambio de artefactos de luz. Del mismo surge que el costo anual para LED es de \$45.000 contra \$108.000 en SAP.

Tabla LVIII: costo anual total LED vs SAP.

Tecnología	Cantidad	Vida Útil (h)	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Costo unitario de compra (\$)	Costo total de Compra (\$)	Horas año	Costo de reposición anual (\$)	Costo (\$/kW.h)	Costo anual de operación (\$)	Costo total (\$)	
Con Subsidio	LED	255	50.000	40	10.200	900	229.500	4.380	20.104	0,18	7.986	28.090
Sin Subsidio	SAP	255	15.000	150	38.250	200	51.000	4.380	14.892	0,56	29.947	44.839
Con Subsidio	LED	255	50.000	40	10.200	900	229.500	4.380	20.104	0,18	24.916	45.020
Sin Subsidio	SAP	255	15.000	150	38.250	200	51.000	4.380	14.892	0,56	93.434	108.326

Si consideramos el diferencial de inversión (\$230.000 en LED y \$51.000 en SAP) conformamos el siguiente gráfico del cual surge que considerando el costo inicial más el de operación a partir de los dos años y 10 meses de uso conviene usar LED.

El costo total en un determinado tiempo surge de sumar el costo de inversión al costo de operación según la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total (t)} = \text{Inversión}_{\text{SAP}} + \text{Operación}_{\text{SAP}} \times t_{\text{equilibrio}} \quad (15)$$

Para encontrar el tiempo en el cual ambos costos son iguales igualamos la fórmula para cada tecnología.

$$\text{Inversión}_{\text{LED}} + \text{Operación}_{\text{LED}} \times t_{\text{eq}} = \text{Inversión}_{\text{SAP}} + \text{Operación}_{\text{SAP}} \times t_{\text{eq}} \quad (16)$$

Operando la fórmula (16) despejamos t.

$$t_{\text{equilibrio}} = \frac{\text{Inversión}_{\text{LED}} - \text{Inversión}_{\text{SAP}}}{\text{Operación}_{\text{SAP}} - \text{Operación}_{\text{LED}}} = 2,82 \text{ años} \quad (17)$$

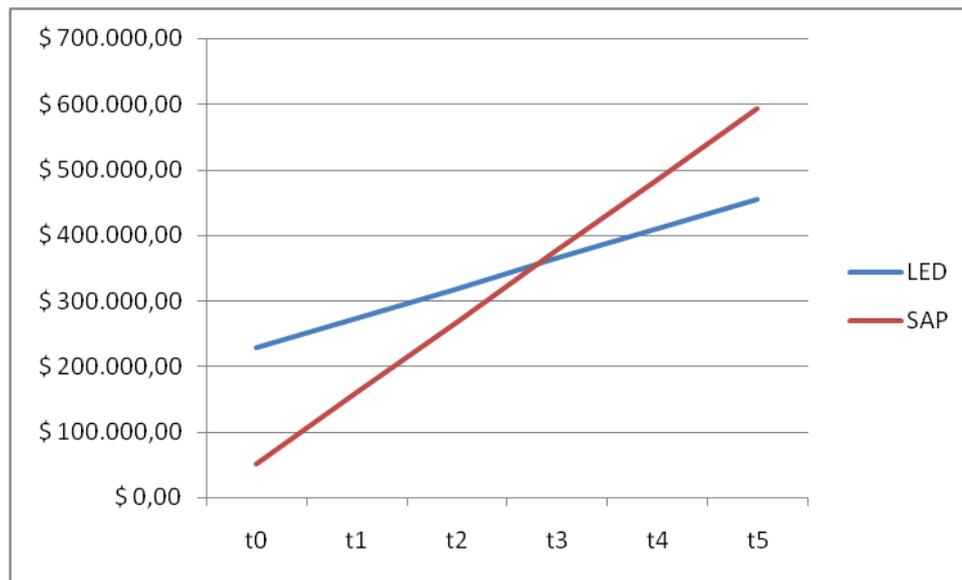


Figura 41: Costo total en función del tiempo (SAP vs LED)

Considerando el costo total de ambas alternativas y recordando la premisa que el barrio debe ser sustentable, nos volcamos por la alternativa de alumbrado mediante LEDs. Es interesante remarcar que la diferencia de inversión entre LED y SAP es de \$178.500 que representa el 0,1% del costo total del barrio (\$218.817.043,66).

## 6.5 BIODIGESTOR, GENERACIÓN DE BIOGÁS.

El biogás constituye una parte muy importante en el mix de tecnologías aplicadas a la generación de energía limpia, el cuidado del medio ambiente y la disminución del efecto invernadero. Sin embargo nuestro país no ha incursionado demasiado en materia de biogás y su producción industrial, si bien éste se presenta como una nueva oportunidad para la obtención de energía eléctrica y calor a partir de la biomasa y como una solución al problema de los desperdicios orgánicos de establecimientos agrícolas, industriales y en parte domiciliarios.

Hoy en día nos enfrentamos con las siguientes restricciones, más allá de las técnicas que puedan presentarse en el desarrollo del trabajo, para aprovechar el biogás en nuestro emprendimiento.

Está prohibido inyectar biogás en la red de gas del prestador de servicio. Si se propone abastecer a los hogares del emprendimiento con biogás debería construirse una red paralela interna de biogás, y el alto costo haría inviable su aplicación.

Como se mencionó en el aparatado que estudia la aplicación de energía solar en los hogares, hoy por hoy, no es posible vender energía generada por paneles solares o generadores eléctricos a la red. Por lo tanto toda la energía generada a partir de un sistema biodigestor-generador eléctrico debe ser consumida dentro del emprendimiento.

Estas dos limitantes son las que llevan a plantear el uso de un sistema biodigestor – generador eléctrico para la alimentación de energía eléctrica para el alumbrado LED del barrio.

### 6.5.1 Marco teórico.

El biogás es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos diseñados para tal fin, como los biodigestores. Este gas es producido por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores en ausencia de oxígeno. El producto resultante está formado mayoritariamente por:

Tabla LIX: La importancia del Biogás.

Componentes	Concentración
Metano (CH <sub>4</sub> )	50-75%
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	25-45%
Agua (H <sub>2</sub> O)	2-7% vol
Acido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	20-20.000 ppm
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	<2% Vol
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	<2% Vol
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	<1% Vol

Fuente: La importancia y el Futuro de biogás en la Argentina, por Lorena Tobares, 2012.

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es una manera muy útil para tratar residuos biodegradables, ya que produce un combustible de valor (biogás) además de generar un efluente que puede ser utilizado como abono, ideal para utilizar en huertas orgánicas como las que se proponen en el emprendimiento.

El poder calorífico promedio del biogás está entre 4.500 a 5.600 kcal/m<sup>3</sup>. Si bien es menor que el poder calorífico del gas natural que ronda las 9.300 kcal/m<sup>3</sup>, su producción es totalmente natural y puede ser generado tanto en instalaciones industriales como domésticas.

Los usos del biogás son variados, puede ser empleado como combustible en las cocinas, hornos, estufas, secadores, caldera u otros sistemas de combustión a gas debidamente adaptados para tal efecto. También es utilizado, en grandes instalaciones, para generar corriente eléctrica alimentando un generador.

### **6.5.2 Capacidad de producción de biogás del emprendimiento en plena ocupación.**

Teniendo en cuenta que el emprendimiento albergará, en plena ocupación (la cual puede ser entre los 10 y 15 años de finalizado el proyecto), a 1382 familias con 5 integrantes cada una, o sea 6910 personas. Con este dato se puede aproximar el PBG<sub>total</sub> (Producción de Biogás total) para el emprendimiento. La materia orgánica será obtenida de los desechos orgánicos de los residentes y el abono que se consigue después de la biodigestión podrá ser utilizado en sus huertas orgánicas y para el mantenimiento de los espacios verdes del barrio.

A continuación se muestra un cálculo de la producción de gas que podría producir el emprendimiento con el sistema de recolección de residuos expuesto en este trabajo si se lograra un compromiso absoluto de los residentes.

Datos:

Cantidad de habitantes(N) = 6910 Per

Basura domiciliaria orgánica (BO) = 0,332 kg sf/día Per

Producción de biogás( PBG): 75 lbg/kg sf

Dónde:

kg sf = Kilogramo de Solido Fresco

lbg =Litros de Bio Gas

Disponibilidad de sólidos frescos para alimentar el biodigestor

$$BO_{total} = Per * kg \text{ sf/día. } Per = 6.910 \text{ Per} * 0,332 \text{ kg sf/día. } Per = 2294 \text{ kg sf/ día} \quad (18)$$

Generación de Biogás:

$$PBG_{total} = \text{Cantidad de sólidos frescos} * \text{litros de biogás} \quad (19)$$

$$PBG_{total} = 2294 \text{ kg sf/día} * 75 \text{ lbg/kg SF} = 172.059 \text{ lbg/día} = 172,00 \text{ m}^3/\text{día} \quad (20)$$

Sabiendo que el Biogás tiene un poder calorífico estimado de 5000 kcal/m<sup>3</sup>, se podrá disponer de 860.000 kcal/día.

### 6.5.3 Dimensionamiento de la instalación para alimentar el alumbrado del barrio.

La instalación tiene como fin la generación de energía eléctrica mediante la utilización de un motor de combustión interna acoplado a un generador, donde se conectarán las luminarias de calles y espacios comunes del emprendimiento.

Es objetivo de este trabajo analizar la utilización del sistema biodigestor –generador y determinar si tiene el potencial suficiente como para suplantar el abastecimiento de energía eléctrica de la red.

Se realizará el cálculo estimativo para alimentar las luminarias LED del emprendimiento. Cabe destacar que el emprendimiento podrá definir cuál es la producción de gas que se pretende, ampliando la planta propuesta, para un futuro requerimiento energético.

Para el emprendimiento seleccionaremos un grupo electrógeno cabina e insonorizado monofásico de 20 kw de potencia 220V/50Hz, que nos va a permitir dar electricidad a las luminarias y en un futuro poder conectar cargas adicionales. La fundación Proteger realizará las modificaciones necesarias al grupo electrógeno para poder funcionar con Biogás.

Es muy importante, antes de la alimentación de gas a cualquier equipo, colocar un filtro de Biogás que elimina a los gases de Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S), causantes de una deterioración temprana de los equipos.

Se estima el consumo del generador en 1 m<sup>3</sup>/Kwh, sabiendo que las luminarias van a estar prendidas todos los días durante un periodo de 17 horas, se puede estimar el total a producir en la semana. El biodigestor deberá producir gas suficiente para proveer 122,4 Kwh/día a las luminarias LED.

Tabla LX: consumo de biogás para alimentar luminarias LED del emprendimiento.

Generador 20 Kw	Carga (Kw)	Uso Diario (hs/día)	Consumo diario (Kwh)	Uso semanal	Consumo generador (m3/Kwh)	Consumo de Biogas (m3/día)	Consumo total (m3/semana)
	10,2	12	122,4	7	1	122,4	856,8

El biodigestor deberá ser dimensionado para producir unos 150 m3/día de Biogás.

Para estimar el tamaño del Biodigestor y la cantidad de residuos orgánicos necesarios para este caso, se usa un modelo real que presenta la Fundación Proteger.

De la tabla siguiente se calcula un promedio de producción de Biogás para distintos tipos de residuos. El emprendimiento utilizará los residuos orgánicos de los hogares, los residuos de poda y jardín y los lodos cloacales generados por la planta de tratamiento de efluentes. Tomando una cifra conservadora y considerando que el biodigestor va a estar principalmente cargado con residuos de comida, lodos cloacales y residuos de poda y jardín, la producción de biogás se estima en unos 60 lbg/kg sf.

Tabla LXI: producción de biogás por tipo de residuo.

Tipo de Residuo	Producción de Biogás Litros de Biogás por cada Kg Sólido Fresco	Contenido de Sólidos ( % de S.T.)	Contenido de Materia Orgánica Volátil ( % de S.V.)
Estiércol Vacuno	15 – 40	18,00 - 20,00	83,00
Estiércol Porcino	50 – 70	18,00	80,00
Estiércol Aviar Parrilleros	30 – 50	53,00	66,00
Estiércol Aviar Ponedoras	35 – 55	35,00	90,00
Desechos de Huerta	39 – 63	11,00	94,00
Residuos Amilaceos o Azucarados (Papas, Mandioca, Remolacha)	100	18,00	94,00
Residuos de Comida	75 – 120	19,60	90,60
Sorgo Granífero	550	96,00	98,00

Fuente: fundación proteger.

Por lo tanto se necesitaran agregar 2500 Kg de solido fresco por día para producir 150 m3/día de biogás.

El emprendimiento en plena ocupación, la cual se llega tras los 10 o 15 años luego de ser lanzado a la venta el proyecto, puede generar como máximo 2294,12 Kg de sólido fresco por día. Esto quiere decir que se debe esperar 10 o 15 años para tener una producción de residuos cercana, pero insuficiente, a la requerida. Por lo tanto no se justifica invertir en una planta generadora de biogás al inicio del emprendimiento, dicha inversión deberá ser retomada cuando el emprendimiento esté en una etapa más avanzada, pero queda descargada para su inicio.

La generación de biogás debe empezar a ser considerada, y promovida mediante incentivos estatales, en grandes concentraciones urbanas como una fuente de energía alternativa para aprovechar y disminuir el impacto ambiental de que generan los residuos sólidos urbanos.

## 6.6 COSTEO.

A la hora de encarar el costeo del emprendimiento se vio la necesidad de descomponerlo en dos grandes procesos, cantidades y precios unitarios.

### 6.6.1 Cantidades.

Aquí es donde se calculan varios parámetros centrales del barrio descriptos a continuación:

- **Ejes de calles:** Es la sumatoria total de metros líneas de calles cuando son recorridas por su centro o eje. Este indicador es casi central en el costeo ya que todos los servicios que van por vereda son función de este número. En el caso de una red de gas en la que se prevé que el tendido vaya por cada vereda podemos suponer que la longitud total de caños será muy similar al doble de la longitud de ejes. La longitud de los tendidos cloacales que por el contrario constan de un único troncal al que luego se conectan ambas veredas será prácticamente igual a la longitud de ejes. Elementos tales como bocas de registro se estiman dividiendo la cantidad de ejes por 90 ya que debe haber como máximo 100m de tendido entre boca y boca.
- **Cantidad de lotes:** Es el equivalente a la cantidad de familias. Esta cifra es fundamental para estimar costos que son función de ella. Algunos ejemplos son cantidad de árboles ya que se estiman 2 árboles por lote (sin contar la forestación perimetral y la de espacios comunes).

Pilares eléctricos o de gas, dado que un pilar abastece dos casas la cantidad total de pilares eléctricos será muy similar a la mitad de los lotes.

- Perímetro del campo:** Este dato sirve para costear el cerco perimetral ya que su recorrido será equivalente en metros al perímetro. Los cómputos que no son función de nada suelen ser un parámetro de entrada a criterio del desarrollador. Un ejemplo de esto sería la superficie de los edificios. En nuestro proyecto tomamos un club house de 500 m<sup>2</sup> ya que entendemos que es un edificio razonable para el barrio que estamos desarrollando.

### 6.6.2 Precios unitarios

Los costos de tendidos fueron en su gran mayoría solicitados a Eidico a fin de poder avanzar con el ejercicio presupuestario ya que esta empresa producto de licitar constantemente obras de este estilo tiene precios actualizados. Vale aclarar que se definió como criterio que cada vez que un tendido tenía más de una sección posible (la cual será definida durante la ejecución de los proyectos de ingeniería) se tomaría la sección más usada (según experiencia de Eidico) ya que entendemos que lo que pueda haber de secciones mayores compensará a las secciones menores. En el caso de obras o compras puntuales tales como la planta de tratamiento de efluentes o vehículos se pidió un presupuesto real.

Del producto de las cantidades por los precios unitarios surgió el costo total estimado de la obra, ver ANEXO V.

En el siguiente gráfico (Fig. 42) se puede ver la incidencia de cada elemento de costo en el total del emprendimiento

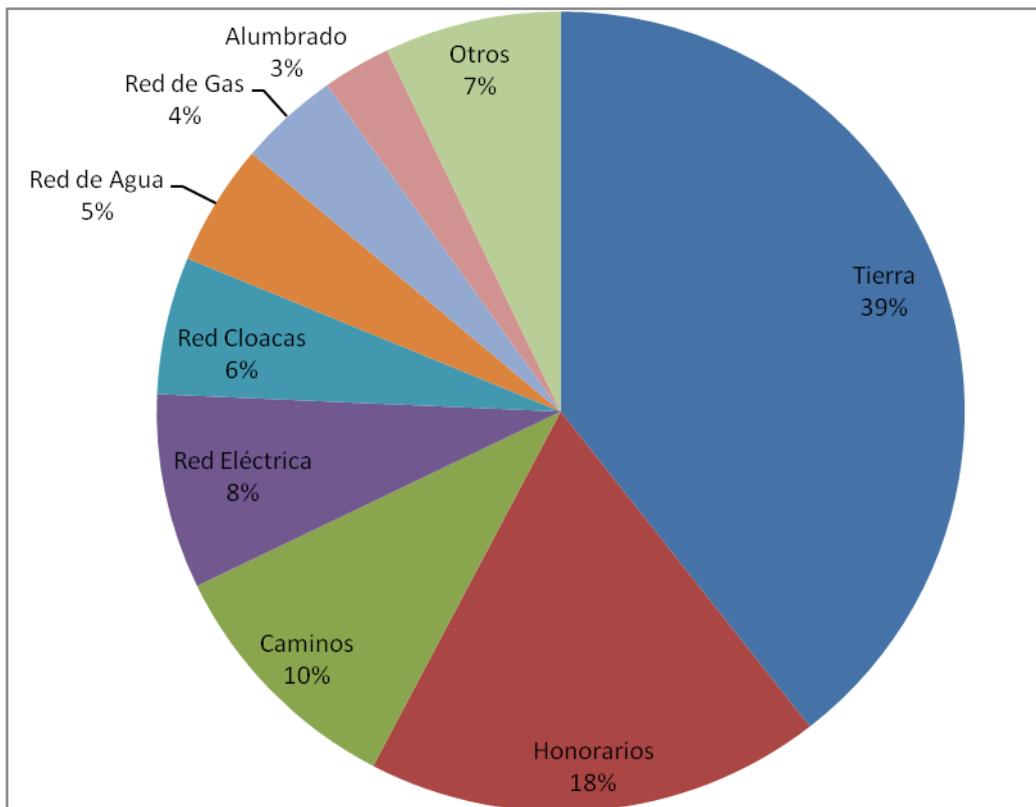


Figura 42: gráfico incidencia de elementos de costos en el costo total del emprendimiento

## 6.7 CONCLUSIÓN

Luego de analizar propuestas sustentables de los servicios comunes, que afectan directamente al costo del proyecto, el monto total necesario para realizar el proyecto asciende a \$218.817.043,66 dando un equivale a \$158.333,61 por lote (este es un valor promedio, los mejores lotes absorberán más costo que los peores) y a 303 \$/m<sup>2</sup>. En la siguiente tabla se puede apreciar la diferencia de costos entre hacer el barrio de manera sustentable o hacerlo de manera "tradicional".

Tabla LXII: costo por m<sup>2</sup>, lote y total del emprendimiento.

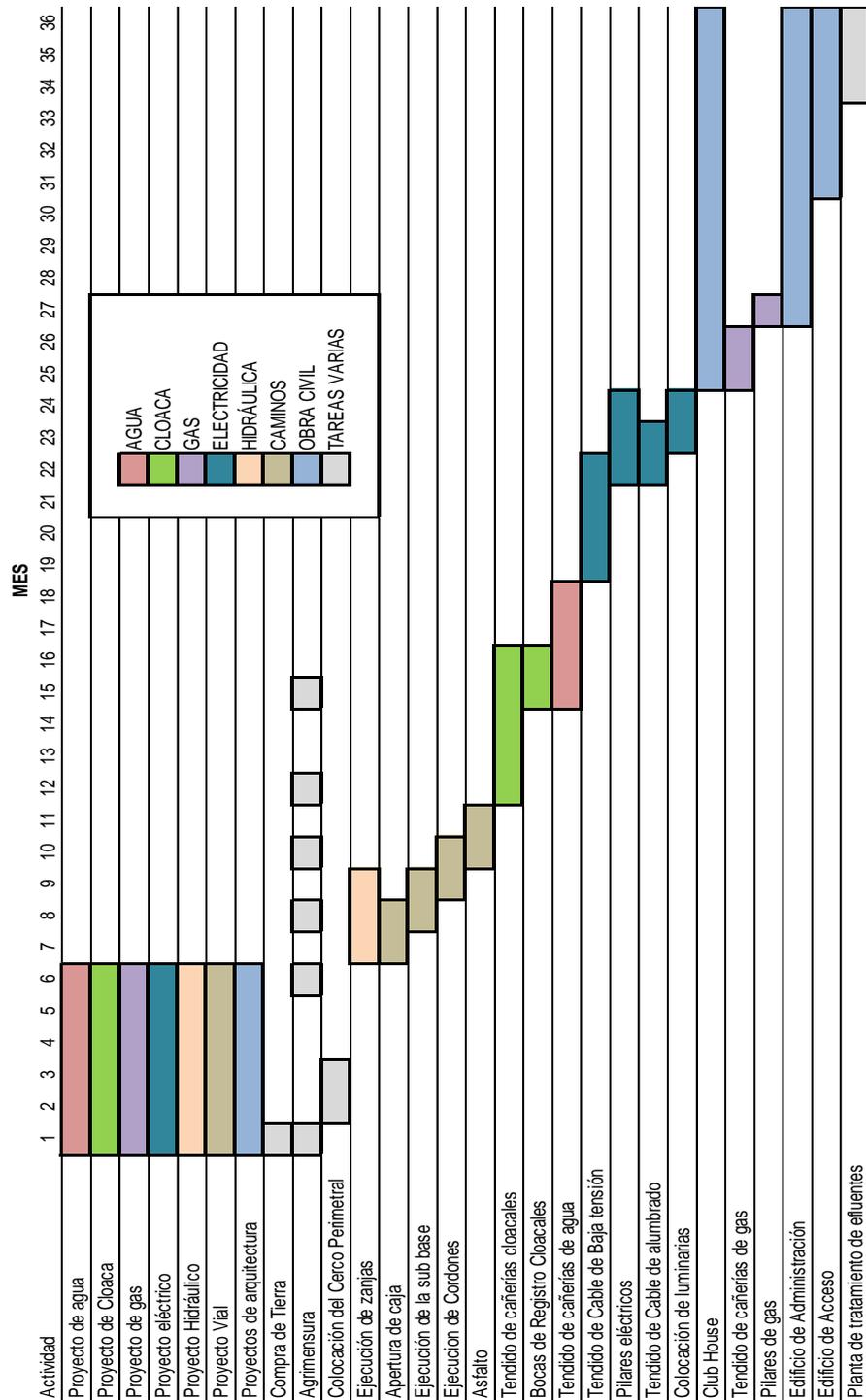
Costeo Barrio (AR\$)		Sustentable	Tradicional
<b>Tierra</b>			
	Tierra	81.982.500,00	81.982.500,00
	Escribanos y gastos	4.255.664,25	4.255.664,25
<b>Honorarios</b>			
	Gestión del negocio	40.000.000,00	40.000.000,00
<b>Camino</b>			
	Apertura	2.112.000,00	2.112.000,00
	Sub Base	5.280.000,00	5.280.000,00
	Asfalto	11.220.000,00	11.220.000,00
	Zanjas	264.000,00	264.000,00
	Cordones	3.168.000,00	3.168.000,00
	Proyecto Vial	50.000,00	50.000,00
	Proyecto Hidráulico	100.000,00	100.000,00
<b>Red Cloacas</b>			
	Cañerías (200mm)	5.280.000,00	5.280.000,00
	PTE	4.671.810,00	4.671.810,00
	Tratamiento N y P	849.420,00	
	BR	1.320.000,00	1.320.000,00
	Proyecto	25.000,00	25.000,00
<b>Red Eléctrica</b>			
	Cables (3x95mm)	7.920.000,00	7.920.000,00
	Pilares dobles	6.220.000,00	6.220.000,00
	Pilares simples	966.000,00	966.000,00
	Terminales	2.073.000,00	2.073.000,00
	Proyecto	20.000,00	20.000,00
<b>Red de Gas</b>			
	Cañerías (90mm)	5.280.000,00	5.280.000,00
	Pilares dobles	3.110.000,00	3.110.000,00
	Pilares simples	414.000,00	414.000,00
	Proyecto	20.000,00	20.000,00
<b>Alumbrado</b>			
	Cables (4x16mm)	3.960.000,00	3.960.000,00
	Farolas	2.040.000,00	2.040.000,00
	Proyecto	5.000,00	5.000,00
<b>Red de Agua</b>			
	Cañerías (90mm)	7.920.000,00	7.920.000,00
	Conexiones	2.764.000,00	2.764.000,00
	Proyecto	50.000,00	50.000,00
<b>Movimientos Bancarios</b>			
	Impuesto al Deb y Cre	2.586.999,53	2.586.999,53
	Gastos Bancarios	646.749,88	646.749,88
<b>Cerco Perimetral</b>			
	Cerco Perimetral	804.000,00	804.000,00
<b>Club House</b>			
	Edificio	4.620.000,00	4.620.000,00
	Elementos sustentable	280.000,00	0,00
<b>Edificio de Acceso</b>			
	Edificio	924.000,00	924.000,00
	Elementos sustentable	220.000,00	0,00
<b>Gestión de residuos</b>			
	Contenedores	742.900,00	0,00
	Vehículo	250.000,00	0,00
	Depósito	504.000,00	0,00
<b>Edificio de Administración</b>			
	Edificio	1.848.000,00	1.848.000,00
	Elementos sustentable	250.000,00	0,00
<b>Varios</b>			
	Dirección de obra	900.000,00	900.000,00
	Ayudante	360.000,00	360.000,00
	Agrimensura	180.000,00	180.000,00
	Varios	360.000,00	360.000,00
<b>Total (AR\$)</b>		<b>218.817.043,66</b>	<b>215.720.723,66</b>
<b>Costo por lote (AR\$)</b>		<b>158.333,61</b>	<b>156.093,14</b>
<b>Costo por m<sup>2</sup> (AR\$)</b>		<b>303,00</b>	<b>298,00</b>

El diferencial aportado por las alternativas sustentables, analizadas para los servicios comunes del emprendimiento, es de \$3.096.320,00 que representa un 1,4% adicional. Esto quiere decir que los potenciales clientes solamente deberán desembolsar (en promedio) \$2240,47 para adquirir un terreno en un barrio con un menor impacto ambiental (reducción de residuos sólidos urbanos en un 56,20%, planta de tratamiento de efluentes con tratamiento de nitrógeno y fósforo e iluminación LED con reducción 61.430 kg CO<sub>2</sub> eq/año).

Como era de esperarse, el diferencial de costos más importante se encuentra en la construcción de las propiedades debido que gran parte del consumo de recursos del emprendimiento está concentrado en las viviendas.

Una observación interesante es ver como la elevada densidad poblacional, definida como el punto de partida desde lo ambiental, colaboró directamente a tener como resultado un bajo precio por lote. Esto sucede porque el 57% del costo fijo (tierra y honorarios) son absorbidos por una mayor cantidad de lotes, bajando entonces la incidencia de ellos en el precio.

## 7. GANTT DEL PROYECTO (ANEXO 6)



## 8. CONCLUSIÓN

A lo largo del trabajo se han analizado diferentes alternativas sustentables, tanto en las viviendas como en los servicios comunes del emprendimiento, sin perder el foco en la relación costo beneficio del impacto ambiental al compararlo con el impacto económico en el costo final de la propiedad (lote y construcción de la vivienda).

Algunas de las principales limitaciones que se encontraron para el desarrollo del trabajo son las políticas energéticas locales, atrasadas respecto a otros países (por ejemplo la imposibilidad de vender energía a la red); una falta de conciencia ambiental por parte de las autoridades nacionales y del sector privado; y precios de los servicios públicos realmente bajos comparados al resto de la región, que hacen que las alternativas sustentable no sean rentables por el momento. Todos estos factores condicionan a los propietarios y desarrolladores a la hora de construir una vivienda o diseñar un emprendimiento de estas características.

Luego de realizar los análisis de factibilidad técnica para cada alternativa y económica para el conjunto de alternativas sustentables a implementar, se obtuvieron los valores para poder hacer la comparativa de costos entre un emprendimiento sustentable y uno tradicional, llegando a la conclusión que es posible generar una significativa contribución al medio ambiente con un 7,3% como valor adicional total.

Tabla LXIII: costo emprendimiento sustentable vs tradicional.

Tipo de emprendimiento	Costo Lote \$	Costo Vivienda \$	Costo Total \$
Tradicional	\$ 156.093	\$ 1.478.400	\$ 1.634.493
Sustentable	\$ 158.334	\$ 1.595.246	\$ 1.753.580
Diferencial %	1,4%	7,9%	7,3%

Centrándonos en el aspecto ambiental identificamos que las mayores oportunidades para disminuir el impacto ambiental se encuentran aplicando tecnologías sustentables (como energía solar térmica para generación de ACS, iluminación LED, mejor aislación de la vivienda e instalando un sistema de recuperación de agua de lluvia) en la construcción de las viviendas, ya que es ahí donde se generan los mayores consumos.

Desde el punto de vista de los servicios comunes las mejoras sustanciales provienen de

implementar una buena gestión de residuos (que disminuye en un 56,2% los residuos sólidos del emprendimiento) y el remplazo de luminarias tradicionales por tecnología LED (disminuyen en 73% las emisiones de CO<sub>2</sub>).

En la siguiente Tabla LXIV podemos apreciar el impacto ambiental positivo producido por implementar las alternativas recomendadas tanto en las viviendas como en los servicios comunes del emprendimiento.

Tabla LXIV: ahorro de recursos de barrio sustentable

Impacto ambiental (1382 familias)	Unidad de medida	Barrio tradicional	Barrio sustentable	Ahorro recursos	% Ahorro
Emisiones CO2 Gas	kg CO2/año	11.318.580	7.875.198	3.443.382	30%
Emisiones CO2 uso EE	kg CO2/año	2.612.828	2.042.546	570.282	22%
<b>Total emisiones CO2</b>	<b>kg CO2/año</b>	<b>13.931.408</b>	<b>9.917.744</b>	<b>4.013.664</b>	<b>29%</b>
Consumo de agua potable	lts/año	508.769	414.793 a 370.569	93.976 a 138.200	18% a 27%
Generación de residuos sólidos urbanos	Kg/año al CEAMSE	916.902	2.093.385	1.176.482	56,2%
Eliminación de Nitrógeno y Fósforo en tratamiento de efluentes	-	No	Si	Mejor calidad del agua tratada	-

Originalmente se planteó un objetivo inicial donde el valor adicional que el cliente deberá desembolsar para comprar su lote y construir su vivienda no supere el 10% comparado a una alternativa tradicional, como podemos ver este objetivo se logró con 2,7 puntos de diferencia. Si consideramos además la falta de alternativas reales que presenta el mercado como opciones a este tipo de producto, concluimos que es factible realizar este emprendimiento, contribuir notablemente al medio ambiente y capitalizar la oportunidad que genera la falta de opciones en el mercado.

## 9. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE CONSULTA

- Antoniazzi, Danilo. *Sustentabilidad en el real estate*. 2012
- Edenor. *Cuadro Tarifario* [en línea]. [Consulta: 16 de enero de 2014]. <[http://www.edenor.com.ar/cms/SP/EMP/ACE/EST\\_CUA\\_t1.html](http://www.edenor.com.ar/cms/SP/EMP/ACE/EST_CUA_t1.html)>.
- Enargas. *Simulador de consumo*. [en línea] [Consulta: 5 de enero de 2014]. <[http://www.enargas.gov.ar/SimuladorConsumos/lite.swf?urlservicio=.](http://www.enargas.gov.ar/SimuladorConsumos/lite.swf?urlservicio=)>

- Energizar. *Biodigestor tubular*. [en línea] [Consulta: 8 de enero de 2014]. <[http://www.energizar.org.ar/energizar\\_desarrollo\\_tecnologico\\_biodigestor\\_que\\_es.html](http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_biodigestor_que_es.html)>
- Energy Savings Trust. *Here Comes the Sun: A Field Trial of Solar Water Heating Systems* [en línea]. [Consulta: 4 de julio de 2014]. <<http://www.energysavingtrust.org.uk/Publications2/Generating-energy/Field-trial-reports/Here-comes-the-sun-a-field-trial-of-solar-water-heating-systems>>.
- Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. *Gestión de Residuos*. [en línea] [Consulta: 18 de noviembre de 2013]. <<http://www.ambiente.gob.ar/observatoriosu/grupo.asp?Grupo=8074&Subgrupo=8232>>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable. *La Huella de Carbono* [en línea]. [Consulta: 31 de enero de 2014]. <[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/030608\\_metodologia\\_huella\\_carbono.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/030608_metodologia_huella_carbono.pdf)>.
- Secretaría de Energía. *Información del Mercado Eléctrico*. [en línea] [Consulta: 28 de agosto de 2013]. <<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3444>>
- Verbrugge, Lois. *Consequences of population density and size*. [en línea] 1980. [Consulta 3 de julio de 2013]. <[http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/68954/10.1177\\_107808748001600202.pdf?sequence=2](http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/68954/10.1177_107808748001600202.pdf?sequence=2)>
- World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. [en línea] 1987. [Consulta: 8 de agosto de 2013]. <[http://conspect.nl/pdf/Our\\_Common\\_Future-Brundtland\\_Report\\_1987.pdf](http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf)>
- Conicet. *COLECTORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE* [en línea]. [Consulta: 7 de noviembre de 2014]. <[http://www.inti.gob.ar/erenova/pdf/colectores\\_solares\\_aguacaliente.pdf](http://www.inti.gob.ar/erenova/pdf/colectores_solares_aguacaliente.pdf)>.
- Greenpeace. *Ficha Técnica oficina solar* [en línea]. [Consulta: 27 de febrero de 2014]. <<http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/6/ficha-tecnica-de-paneles-solar.pdf>>.

- Generalitat Valenciana. *Energía Solar Térmica* [en línea]. [Consulta: 5 de agosto de 2014]. < [http://energia.ivace.es/attachments/guia\\_solar\\_termica\\_2009.pdf](http://energia.ivace.es/attachments/guia_solar_termica_2009.pdf) >.
- Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamerican.. *Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética: un enfoque de regresión cuantílica* [en línea]. [Consulta: 5 de abril de 2013].  
<[http://www.fiel.org/publicaciones/Documentos/DOC\\_TRAB\\_1368217816061.pdf](http://www.fiel.org/publicaciones/Documentos/DOC_TRAB_1368217816061.pdf)>.
- SunFields Europe. *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma*. [en línea]. [Consulta: 5 de marzo de 2014]. < [http://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/09/Sunfields\\_Boletin\\_Fotovoltaica\\_Autonomas.pdf](http://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/09/Sunfields_Boletin_Fotovoltaica_Autonomas.pdf) >.
- enertik. *larLake PV Grid-tied Inverter User Manual* [en línea]. [Consulta: 21 de septiembre de 2014].  
<[http://www.enertik.com.ar/manuales/samil/enertik\\_solarlake\\_manual.pdf](http://www.enertik.com.ar/manuales/samil/enertik_solarlake_manual.pdf)>.
- Industrias Pinero. *Reciclado de baterías de plomo* [en línea]. [Consulta: 23 de julio de 2014]. < <http://www.industriaspinerosrl.com.ar/>>.
- INTI. *uso racional de energía* [en línea]. [Consulta: 8 de agosto de 2014]. < <http://www.inti.gov.ar/energia/index.php?seccion=uResidencial>>.
- AAEE. *ENERGÍA EÓLICA EN ARGENTINA* [en línea]. [Consulta: 5 de agosto de 2014].  
<<http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/images/stories/Eolica%20en%20Argentina.pdf>>.
- UBA. *Climatología de la Ciudad de Buenos Aires* [en línea]. [Consulta: 17 de julio de 2014]. < <http://www-atmo.at.fcen.uba.ar/banco/bsas.html>>.
- Secretaría de energía. *La Cocina* [en línea]. [Consulta: 20 de octubre de 2014].  
<<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2862>>.
- Instituto de la vivienda. *Acondicionamiento higrotermico de edificios* [en línea]. [Consulta: 8 de mayo de 2014].  
<[http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/varios/manual\\_ac\\_higrotermico.pdf](http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/varios/manual_ac_higrotermico.pdf)>.
- Ing. Gisela Laura González. *RESIDUOS SOLIDOS URBANOS ARGENTINA* [en línea]. [Consulta: 5 de enero de 2014].  
<<http://www.igc.org.ar/megaciudad/N3/Residuos%20Solidos%20Urbanos%20CAMA RCO.pdf>>.

- Universidad Nacional de La Plata. *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS* [en línea]. [Consulta: 1 de enero de 2014].  
 <[http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/guia\\_practica\\_para\\_la\\_separacion\\_de\\_residuos\\_en\\_el\\_partido\\_de\\_la\\_plata.pdf](http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/guia_practica_para_la_separacion_de_residuos_en_el_partido_de_la_plata.pdf)>.
- FIUBA. *ESTUDIO DE CALIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES* [en línea]. [Consulta: 15 de enero de 2014]. <<http://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/Tercer-Informe-ECRSU-AMBA1.pdf>>.
- Noyola Adalberto. *selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales* [en línea]. [Consulta: 20 de enero de 2014].  
 <<http://proyectos2.iingen.unam.mx/LACClimateChange/docs/Guia.pdf>>.
- HONORABLE CONGRESO DE LA NACION ARGENTINA. *Ley 24065* [en línea]. [Consulta: 5 de julio de 2014]. <<http://mepriv.mecon.gov.ar/Normas/24065.htm>>.
- SENADO Y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. *LEY 13059* [en línea]. [Consulta: 30 de septiembre de 2014].  
 <<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-13059.html>>.
- Tobares, Lorena. *La importancia y el futuro del biogás en la Argentina* [en línea]. [Consulta: 15 de septiembre de 2014].  
 <[http://www.petrotecnica.com.ar/1\\_2013/Petrotecnica/PdfsSinPublic/LaImportancia.pdf](http://www.petrotecnica.com.ar/1_2013/Petrotecnica/PdfsSinPublic/LaImportancia.pdf)>.
- Google Earth.
- <http://www.proteger.org.ar>