

## ***Comparativa en Efectividad de Sistema de Construcción Convencional y 100% Verde***

*Manuel O. Claudio Rodríguez  
Maestría en Ingeniería Civil  
Carlos González, Ph.D.  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

---

**Abstracto** — *La construcción residencial en Puerto Rico se ha regido por usar los materiales de hormigón armado y bloques por los pasadas siete décadas. Esto según los códigos que reglamentan a Puerto Rico y el código ACI 318 del American Concrete Institute el cual rige los diseños de hormigón bajo las leyes de nuestro país. Esto por estar ubicada en el caribe la zona correspondiente es zona cinco. Las Alternativa de que nos han surgido en las últimas décadas son combinar el uso de bloque de foam para reducir las temperaturas. Esto combinado con aires de alta eficiencia, equipos de ahorro de energía y placas solares. En el caso de los abastos de agua se propone que se instale unas cisternas de recolección de aguas crudas y el agua gris de la propiedad para que sean reusadas como aguas para riego y uso doméstico no potable. Convidadas con un sistema de filtración tersaría para obtener la mejor calidad de estas aguas. Esto llevándonos a un consumo mínimo de las agencia del gobierno.*

**Términos Claves** — *Aire Acondicionado (AC), Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), Autoridad de Energía Eléctrica (AEE), Corriente Alterna (AC), Corriente Eléctrica Directa (DC), Efecto Fotovoltaico (FV), Insulated Concrete Forms (RF), Residencia Convencional (RC), Residencia Verde (RV).*

### **INTRODUCCIÓN**

Durante más de medio siglo las leyes de construcción de Puerto Rico se han regido por las reglamentaciones de los Estados Unidos. La localización del caribe es una de alta incidencia de Huracanes, los que nos identifica como un Zona tipo cinco (5) dentro de los códigos. Ha sido costumbre

que los modelos de construcción emigraran de la madera y zinc a hormigón reforzado. Pero al mismo tiempo estos componentes absorben mucha energía solar los que provoca que la transferencia de calor sea acumulada durante todo el día y nos dé un alto problema de climatizar las propiedades durante el periodo de descansos de los Puertorriqueños. Esto nos lleva a usar método de refrigeración durante todo el año que aumentan el consumo de energía. Una de la propuesta el uso de Residencias Verdes (RV) poder minimizar los costos y la dependencia a la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE). Uno de los métodos es el uso de insolación en paredes y techos con el sistema de Insulated Concrete Forms (RF) [1]. Ya ha sido usado en varias estructuras en Puerto Rico y cuenta con un fabricante local que puede proveer este material de forma inmediata.



**Figura 1**  
**Construcción en Reddiform**

Otros sistemas que se siguen sumando a este conveniente sistema, tales como equipos de alta eficiencia en Aires acondicionados que su consumo en corriente esta entre 1 @ 1.5 amperes por unidad con una eficiencia de 10,000 - 12,000 BTU = 17 SEER y 18,000 - 24,000 BTU = 16 SEER,

En el caso del uso de placas solares para una residencia tradicional [2] con una inversión moderada de 37 placas para un consumo aproximado de 1,000 Kwh al mes.



**Figura 2**  
**Corriente Verde**  
**Urb. Paisajes del Lago #126**  
**Luquillo. P.R., 00773**

En el caso de la cisterna se diseñara un sistema convencional soterrado, donde este contara con un sistema de filtración tersaría para la purificación del agua antes de ser usada. Se recolectaran las aguas del techo, los sistemas de aguas grises o semisucias.

### **Objetivos**

Este estudio utiliza análisis comparativo de costo y rendimiento para la selección de un sistema de construcción de residencias verdes (RV) apropiado a los parámetros de construcción de Puerto Rico. Este análisis evalúa: conveniencia de los materiales costo efectividad durabilidad y accesibilidad en Puerto Rico.

### **Contribución**

El estudio será un análisis que deja comprobado que aunque las propiedades Verdes son más costosas en el inicio, los ahorros en el futuro dejan evidenciado su costo efectividad. Sentando una perspectiva diferente de suministrar los recursos indispensables en Puerto Rico. En adición comparar los costos de los sistemas para poder identificar la alternativa viable según las necesidades.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

Durante la búsqueda de información del producto **ReddiForm** se descubrió que recientemente, se evaluó por la EPA en relación con cinco casas en el área de Chicago. Estas casas son de aproximadamente 5,000 pies cuadrados en tamaño y están siendo evaluadas y monitoreadas por la EPA para refinar y validar su programa (Home Energy Rating System) HERS. La EPA estaba

asombrada y a punto de aprender que los R-valores por sí solas no predicen con exactitud el rendimiento en el mundo real.

Para una de las cinco casas, un ICF built home, EnergyWise realizó el análisis de energía y otorgó una garantía de \$ 100 por mes para los sistemas de calefacción y la refrigeración. Las otras cuatro casas fueron que fueron construidas con "energy efficient" de construcción estándar. La EPA nos dijo que su sistema de calificación produjo un mejor rendimiento que la casa EnergyWise, pero no de forma significativa. Lo que su sub-medición determinada los sorprendió. Mientras que la casa EnergyWise produjo un ahorro de \$ 100 por mes, como anticipamos, las otras cuatro casas promedian entre \$ 500 y \$ 600 por mes. Este fue el inicio de la evaluación de la EPA.

Cada nuevo comprador de casa quiere asegurarse de que su casa cumpla con los estándares más altos de energía eficientes posibles. Es lo que no se ve detrás de los paneles de yeso y revestimiento lo que hace una enorme diferencia y determina si se obtiene una estructura eficiente de energía o que pierde demasiado de su sistema de calefacción y refrigeración. [1]



**Figura 3**  
**Manual de Instalación Reddifom**

### **Literatura y Certificación de Reddifom** **Garantizando el Ahorro de Energía**

EnergyWise puede analizar y diseñar el sistema mecánico de su hogar como nadie. Reddifom garantiza que se obtendrá 50 a 70% de ahorro energético en sus mensuales Home Energy Bills.

EnergyWise ha desarrollado la más completa revisión del plan de construcción y programa de

modificación disponible en cualquier lugar. Las propiedades de su tecnología se derivan de la experiencia de los consultores termales de la NASA en los programas espaciales Mercury, Gemini y Apollo. Esta herramienta única permite crear un informe detallado y análisis de energía de cada plan de construcción. El informe proyecta con precisión el consumo de calefacción y refrigeración, ahorros comparativos de la calefacción y refrigeración de los sistema de dimensiones de su casa o edificio. Lo mejor de todo, los cálculos de uso de energía y el ahorro de energía increíble están garantizados en la escritura. [1]

### **El Uso de Acondicionadores de Aire de Alta Eficiencia le Produce Ahorros**

En los comercios y hogares de Puerto Rico, el equipo de aire acondicionado es típicamente el que más consume energía, por tanto, hay una buena oportunidad de ahorro de energía si optimizamos estos sistemas.

La finalidad de estimar la eficiencia de un equipo de aire acondicionado es el determinar la cantidad de energía relativa requerida para remover una cantidad específica de calor. De allí que una unidad con eficiencia mayor consumirá menos energía que otras para realizar el mismo trabajo. Existen instituciones y programas reconocidos que certifican la eficiencia de los equipos.

**AHRI** - Air-Conditioning, and Refrigeration Institute Instituto que representa a más de 300 empresas manufactureras, lo cual constituye el 90% de los equipos residenciales o comerciales de aire acondicionado, calentamiento de agua, calefacción y refrigeración comercial fabricados o vendidos en América del Norte. Para ser certificados, los productos del fabricante son sometidos a pruebas. Los equipos y sus componentes son evaluados usando los estándares propios de la industria para certificar que los niveles de rendimiento publicados sean exactos.

**Energy Star** - El Programa Energy Star es un esfuerzo conjunto de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Energía de los Estados

Unidos con el fin de promover el uso de enseres y la aplicación de prácticas que redunden en un ahorro energético. La eficiencia en unidades certificadas como Energy Star es superior a la que requieren las agencias federales, por tanto, éste es un buen indicador que de forma sencilla le garantiza que la unidad tiene una buena eficiencia.

**S.E.E.R.** - El Seasonal Energy Efficiency Ratio fue establecido por el Departamento de Energía de los Estados Unidos. Es la producción de energía (BTU) de refrigeración durante su uso anual normal, dividido por la entrada de energía eléctrica total en vatios-horas durante el mismo periodo. Cuanto mayor sea el SEER más eficiente es la unidad. En enero de 2006, el Departamento de Energía aumentó el mínimo de eficiencia de 10.0 a 13.0 SEER.

**E.E.R.** - El Energy Efficiency Ratio indica la capacidad de enfriamiento de los equipos en Btu/hr por vatio de consumo (W) en condiciones estándar de 95° F de acuerdo al Air Conditioning, and Refrigeration Institute (AHRI).

Una diferencia importante entre EER y SEER es la temperatura exterior a que se prueba su desempeño. En el SEER se mide el desempeño del equipo a 82°F de temperatura exterior. El EER mide su desempeño de enfriamiento a 95°F, condición más probable de encontrar en Puerto Rico y en otros climas calientes y húmedos. Por tanto, el EER puede dar una mejor idea de cuál será el consumo de energía [2].

### **Efectividad de Sistema Placas Solares**

En la búsqueda de información sobre placas solares en Puerto Rico encontramos un artículo de **Energía solar y programa de medición neta**. Donde nos indica que está de moda. Todo el mundo habla de la energía solar y sus beneficios. Vemos los paneles solares en techos de residencias y comercios, espacios públicos, postes de alumbrado y hasta nos dan sombra en el estacionamiento del Centro de Convenciones.

**¿Qué es la energía solar y cómo podemos hacer mejor uso de ella?** Esa estrella que sale todos los días por el este y se esconde por el oeste es la fuente de energía más grande que tenemos en el

planeta. Sin entrar en asuntos demasiado técnicos, los fotones de esa potente luz solar chocan con las celdas solares fabricadas de silicio y ese choque provoca el movimiento de los electrones libres del silicio.

Dicho movimiento produce una corriente eléctrica a cuyo efecto se le conoce como efecto fotovoltaico (FV). La suma de varias de estas celdas constituye lo que conocemos como un panel solar fotovoltaico. Veinte a treinta de estos paneles pueden producir toda la energía que consume una residencia promedio y cientos o miles de ellos pueden producir la energía que requiere un edificio comercial o una empresa manufacturera. En años recientes se ha logrado incrementar significativamente la eficiencia de estos paneles, alcanzando mayor producción de energía en menos espacio. Los paneles que vemos en la estación espacial internacional o en satélites que circunvalan el planeta utilizan materiales que tienen 2 y 3 veces la eficiencia de los paneles de silicio comunes, pero su alto costo debido a la escasez de los materiales utilizados no permite aún su desarrollo para producción de energía a bajo costo.

La otra forma más común y más utilizada de energía solar es la que ocurre cuando los rayos solares tienen el efecto de calentar el elemento con el cual entran en contacto. Esto se conoce como energía solar térmica. La utilización más conocida de este efecto solar térmico es la que vemos todos los días en los calentadores solares de agua.

De haber sido en el pasado una tecnología para usos limitados, la producción de energía eléctrica mediante el uso de la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una tecnología al alcance de la ciudadanía en general. La demanda a nivel global y la proliferación de plantas manufactureras de paneles (FV) ha reducido significativamente el costo de estos sistemas. El alto costo económico y ambiental de la energía producida con combustibles fósiles, la conciencia del cambio climático y la necesidad de frenar el calentamiento global han sido otros elementos importantes en el desarrollo de la energía solar fotovoltaica.

En Puerto Rico se han logrado grandes avances para hacer realidad el uso de la energía solar (FV). El más importante de estos ha sido la aprobación de la Ley 114 del 2007 que obligó a la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) a crear un programa de medición neta que permitiera la interconexión de sistemas distribuidos de generación de energía eléctrica solar a su red de distribución eléctrica.

Los sistemas de energía solar (FV) se componen de paneles solares (FV) que producen corriente eléctrica directa (DC) y de un inversor de corriente que convierte la corriente (DC) a corriente alterna (AC), que es el tipo de corriente que acostumbramos utilizar en nuestras viviendas y negocios. Cuando se instala un sistema de energía (FV) en el techo de una residencia, es conectado a través de la salida del inversor. Toda la energía eléctrica producida por el sistema (FV) es entonces inyectada a la red eléctrica de la casa. La energía producida en exceso que no es utilizada instantáneamente en la casa por enseres eléctricos, bombillas, etc., es entonces exportada a la red eléctrica de la (AEE). Esa energía eléctrica que se exporta a la red de la (AEE) se “acumula” para luego ser restada de la energía comprada a la (AEE) cuando no hay sol o cuando consumimos más energía de lo que el sistema solar es capaz de producir. Cabe aclarar que la unidad con la cual se mide la energía eléctrica es el kilovatio-hora o kW/hr por sus siglas en inglés. Al final del periodo de facturación, en nuestra cuenta de la (AEE) aparecerá la cantidad de energía comprada menos la cantidad exportada. La energía consumida y la exportada son leídas por un contador que se utiliza para sistemas de medición neta, que tiene la capacidad de leer el flujo de corriente en dos direcciones. Cuando se instala un sistema de energía solar (FV), la (AEE) reemplaza el contador regular por uno de este tipo.

En otras palabras, por el día generas electricidad solar que le vendes a la (AEE) y por la noche consumes electricidad que le compras a la (AEE). El resultado neto de esta venta y compra de energía es lo que se conoce como medición neta. Esto redundará en un retorno sobre la inversión muy

atractivo para quienes instalan sistemas de energía solar (FV). Como promedio, en sistemas de escala residencial, el costo inicial de un sistema de energía solar (FV) es recuperado en su totalidad entre 7 a 8 años o entre 4 y 5 años si se utilizan incentivos ofrecidos por el gobierno en su programa de la Ley 83 conocido como el Fondo de Energía Verde (a través de la Oficina Estatal de Política Pública Energética antes Administración de Asuntos Energéticos). Proyectos de escala comercial o industrial tienen un periodo de repago menor, porque típicamente su costo por KW instalado es también menor.

No hay duda de que estamos en el mejor momento para aprovechar los beneficios de la energía solar y el programa de medición neta. Tenemos los costos de sistemas más bajos de la historia, incentivos gubernamentales, métodos de financiamiento y múltiples compañías locales con el conocimiento y experiencia para su instalación. Además, cabe señalar que la red eléctrica de la (AEE) tiene unas limitaciones técnicas que en algún momento en el futuro obligarán a restringir las interconexiones de sistemas (FV) como ya ha sucedido en otras jurisdicciones donde la penetración de estos sistemas es alta.

Esto lo podemos lograr mediante la aplicación de métodos de conservación y reutilización de nuestros recursos naturales, mejorando la eficiencia energética en nuestro entorno y modificando nuestro estilo de vida. Antes de pensar en producir su propia energía, debe primero estudiar las posibilidades de reducir el consumo y así tendrá que producir menos [3].

### METODOLOGÍA

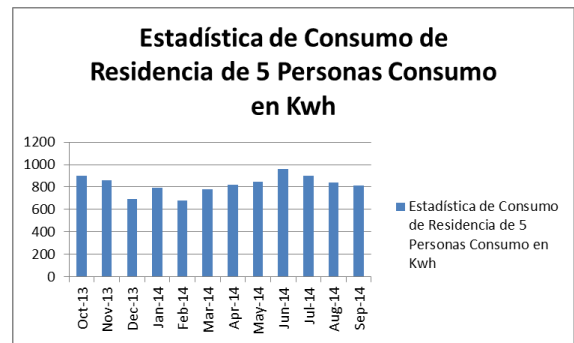
El proyecto se está desarrollando con el interés de poder tener una idea más clara de los costos finales que se pueden obtener usando los equipos y sistemas apropiados para consumo de energía eléctrica y poder hacer residencias que se separen del sistema. Comienzo con identificar el nivel de uso de los servicios de AEE y AAA en una

propiedad de 5 personas para poder determinar los consumos.

### Nivel de Uso de AEE para una Residencia de 5 Miembros

Según datos de facturación de (AEE) en residencias de cinco personas promedio y con equipos regulares se promedió los siguientes datos.

- **Datos estadísticos AEE:** Se comparó tres distintas facturas de varias familias. Las facturas promediando un consumo de 833.33 Kwh para un valor económico de \$224.42.



**Gráfica 1**  
Estadística de Consumo de Residencia de 5 Personas Consumo en Kwh

**Tabla 1**  
Estadística de Consumo de Residencia de 5 Personas Consumo en Kwh

Estadística de Consumo de Residencia de 5 Personas	
Mes y año	Consumo en Kwh
Oct-13	900
Nov-13	860
Dec-13	690
Jan-14	790
Feb-14	680
Mar-14	780
Apr-14	820
May-14	850
Jun-14	960
Jul-14	900
Aug-14	840
Sep-14	810
Promedio	<b>823.33</b>

**Tabla 2**  
Cálculo de Consumo de Residencia de 5 Personas Consumo en Kwh

Calculo AEE			
Consumo	823.33 Kwh		
	Tarifa Básica		Costos
Cargo Fijo Mensual	\$ 3.00	1	\$ 3.00
4.35 centavos por 425 kWh	\$ 0.04	425	\$ 18.49
4.97 centavos por adicional	\$ 0.05	398.33	\$ 19.80
			\$ 41.28
			\$ 0.0501
Valor por Kwh mensual de tarifa Básica			
Compra de combustible	\$ 0.16035	823	\$ 132.02
Compra por energía	\$ 0.06208	823	\$ 51.11
			Total \$ 224.42
			Valor por Kwh mensual \$ 0.2726

**MANUEL CLAUDIO:**  
Valores Varían por el precio del Crudo mes tras mes

**MANUEL CLAUDIO:**  
Valores Varían por el precio del Crudo mes tras mes

Los consumos de AEE son determinados por valores de una facturación esto son valores que cambian según sea la compra de energía del Gobierno de Puerto Rico y el precio del barril. En ocasiones podemos tener fluctuaciones de hasta \$0.30 centavos el Kwh.

**Nivel de Uso de AAA para una Residencia de 5 Miembros**

Según datos de facturación de AAA en residencias de cinco personas promedio y con equipos regulares se promedió los siguientes datos;

- **Datos estadísticos AAA:** Se comparó tres distintas facturas de varias familias. Las facturas promedian un consumo de 33.50 m<sup>3</sup> para un valor económico de \$107.92 por mes.

**Tabla 3**  
Cálculo de Consumo de Residencia de 5 Personas Consumo en M<sup>3</sup>

Detalles de Cargos Corrientes Basado en Factura de Residencia de 5 Personas			
Concepto	Consumo	Costo	Total
Cargo Base	10.00		\$ 19.71
Bloque 1	5.00	\$ 2.27	\$ 11.35
Bloque 2	10.00	\$ 3.58	\$ 35.80
Bloque 3	8.50	\$ 4.83	\$ 41.06
Bloque 4	-	\$ 5.11	\$ -
Total	33.50		<b>\$ 107.92</b>

- **En consumo para la AAA:** El valor promediado de la agencia para una familia de 5 persona es de 25m<sup>3</sup> si no dejamos llevar de este valor el consumo sería de \$66.86.

**Tabla 4**  
Cálculo de Consumo de Residencia de 5 Personas según AAA el Consumo en M<sup>3</sup>

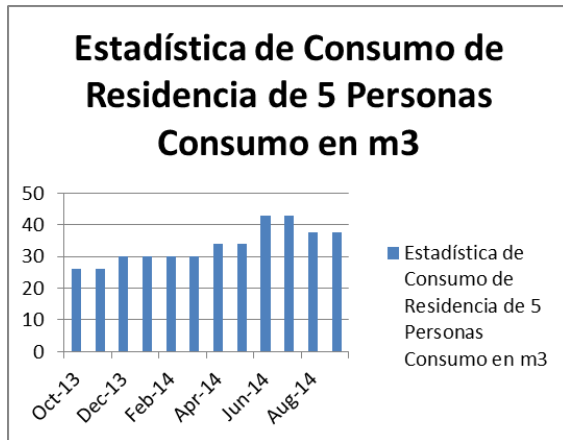
Detalles de Cargos Corrientes Según AAA			
Concepto	Consumo	Costo	Total
Cargo Base	10.00		\$ 19.71
Bloque 1	5.00	\$ 2.27	\$ 11.35
Bloque 2	10.00	\$ 3.58	\$ 35.80
Bloque 3	-	\$ 4.83	\$ -
Bloque 4	-	\$ 5.11	\$ -
Total	25.00		<b>\$ 66.86</b>

Detalle de consumo mensual de según la AAA.

**Tabla 5**  
Estadística de Consumo de Residencia de 5 Personas Consumo en M<sup>3</sup>

Estadística de Consumo de Residencia de 5 Personas	
Mese y año	Consumo en m <sup>3</sup>
Oct-13	26
Nov-13	26
Dec-13	30
Jan-14	30
Feb-14	30
Mar-14	30
Apr-14	34
May-14	34
Jun-14	43
Jul-14	43
Aug-14	37.5
Sep-14	37.5
Promedio	<b>33.42</b>

**Densidad de utilidades en la propiedad:** Esta propiedad que se estimó cuenta con un sistema de riego una propiedad de tres cuartos y dos baños, el uso de agua es uno de moderado a alto durante el año.



**Gráfica 2**  
**Estadística de Consumo de Residencia de 5 Personas**  
**Consumo en M³**

### **Costos y Ventajas de Bloque de Reddiform que Garantizando el Ahorro de Energía**

Los costos del producto Reddiform se encuentran entre el \$5.50 el pies cuadrado pero el verdadero ahorro está en el ahorro energía durante el año e instalación del producto al utilizar menos mano de obra y materiales.

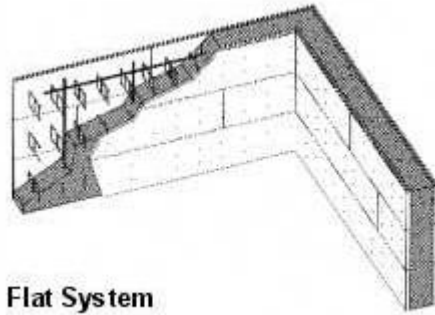
- **La invención del Reddiform** - ICF se inventó hace más de 40 años. El diseño básico reemplazo madera o de madera contrachapada con espuma, y los lazos de alambre con metal o clips de plástico. A medida que el sistema de construcción ICF siguió evolucionando, un equipo de ingenieros ha diseñado un ICF de nueva generación - ReddiForm. El diseño se basa en un análisis de la red de barras de refuerzo dentro de la pared que le da fuerza. El diseño es un 'screen grid', que tiene elementos fundamentales de diseño en estructuras de madera, viga, cerchas, columnas de concreto y vigas utilizadas en estructuras de gran altura.
- **Proceso de diseño** - el diseño es de forma concreta de ReddiForm no utiliza lazos de plástico o de metal, en lugar de la conexión EPS evita que los dos lados de la pared se mueva de forma independiente; evitando protuberancias y explosiones a lo largo de la pared y las esquinas. Diseño ICF de ReddiForm también reduce la cantidad de arrostramiento

necesario, y por lo general elimina refuerzos de esquinas.

- **La Ingeniería ReddiForm** - La ingeniería ha creado un sistema de construcción de ICF que puede llegar en elementos individuales de 10' o 12' de alto. Las explosiones no son una preocupación, ya que las paredes son rectas y aplomadas. El depósito de hormigón se realiza con refuerzos mínimos y que se requiere en primer lugar para las preocupaciones de viento y de seguridad.
- **Aprobaciones y ahorros** - ReddiForm ofrece aprobación Engineered y el Código Residencial Internacional. Se combina con una reducción de costo del concreto es un beneficio medible. A 40' x 50' sótano típico utilizará alrededor de \$ 50 barras de refuerzo extra, y reducen los costos de hormigón cerca de \$ 1.500, un importante ahorro. Los ahorros en los trabajo en ReddiForm de paredes de concreto y fundaciones, se estima en alrededor de la mitad comparada con otras instalaciones en paredes y cimientos de hormigón.
- **La ventaja competitiva de ReddiForm** - es que las construcciones de Reddiform son aislantes que se construyen como muros de hormigón resistentes y rectas que requieren menos mano de obra, reducen el uso de hormigón, y la reducción de refuerzos. ReddiForm es un bloque difícil de superar, con el menor costo de instalación de cualquier ICF en el mercado de hoy [4].

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LA INSTALACIÓN DE BLOQUES ICF**

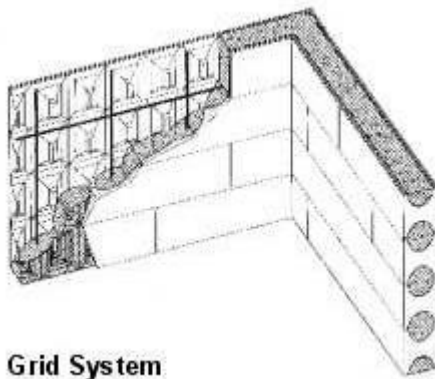
Durante el análisis de los costos de uso de los materiales de alta eficiencia se pudo lograr ver que las diferencia en costo de la construcción en hormigón VS bloques de ICF es de **\$6,536.23**. En una propiedad de aproximada mente 1350 pies cuadrado de tres cuartos y dos baños se usan 2,200 bloques con un costo aproximado de \$83,134.41.



**Flat System**

**Figura 4**  
**Sistema Tradicional**

Mediante las mismas condiciones de una propiedad de 1,350 pies cuadrados y con las mismas características tendría un costo aproximado de \$76,598.18. Esto tomando en consideración los parámetros de ahorro estipulados en la literatura que se presentó sobre el sistema ICF.



**Grid System**

**Figura 5**  
**Sistema Reddiform**

### Como se Mide la Demanda de Energías de AC Inverter

Siguiente fórmula, podemos ver como el EER puede ayudar en el ahorro de energía.

$$\text{Demanda de Energía (KW)} = \frac{\text{Tons} \times 12}{\text{EER}}$$

$$= \frac{\text{BTU/h}}{\text{EER} \times 1000}$$

Vemos que si aumentamos el EER del sistema de aire acondicionado, la demanda en energía se reducirá. Por ejemplo, si consideramos una unidad de 18,000 BTU/h con un EER de 12 y la

comparamos con otra unidad de igual capacidad, pero con un EER de 16, la demanda de energía será:

$$\text{Para EER} = 12, \text{ KW} = (18,000 \text{ BTU/h}) / (12 \times 1,000) = 1.5 \text{ KW}$$

$$\text{Para EER} = 16, \text{ KW} = (18,000 \text{ BTU/h}) / (16 \times 1,000) = 1.125 \text{ KW}$$

Por tanto, mientras más alto es el EER, más eficiente es el sistema de aire acondicionado y menos consumidor de energía.

### ¿Cuánto dinero ahorro?

La cantidad de dinero que usted puede ahorrar puede variar mucho y dependerá de la capacidad requerida para enfriar el espacio y del tiempo de operación del sistema. Si utilizamos el ejemplo anterior y añadimos que el sistema opera 12 horas diarias y que se está pagando \$.24 por KWh en energía eléctrica, tendremos lo siguiente:

- **Para EER = 12, KW** = (18,000 BTU/h) / (12 x 1,000) = 1.5 KW
- **Costo de operación** = (1.5 KW) x (12 hrs. por día) x (365 días por año) x (\$.24/KWh) = \$1,576.80 por año
- **Para EER = 16, KW** = (18,000 BTU/h) / (16 x 1,000) = 1.125 KW
- **Costo de operación** = (1.125 KW) x (12 hrs. por día) x (365 días por año) x (\$.24/KWh) = \$1,182.60 por año.

Según este ejemplo, se obtiene un ahorro de **\$394.20** si se usa una unidad con un EER de 16 cuando se compara con una de igual capacidad, pero con un EER de 12.

Los resultados que obtendrá le ayudarán a comparar entre las muchas opciones que encontramos en el mercado, pero estos son números aproximados y no serán los ahorros reales que tendrá en la operación de los sistemas. Como mencionamos anteriormente, el EER es un valor obtenido de pruebas en fábricas a unas condiciones de temperatura fija y no a las que realmente estará diariamente operando su sistema.



### ¿Recupero la inversión?

Comprar una unidad de aire acondicionado de alta eficiencia tendrá un costo inicial mayor que el de una unidad convencional o menos eficiente. Si se desea saber en cuánto tiempo se recupera este gasto adicional puede calcularlo dividiendo el costo adicional del equipo de alta eficiencia entre el ahorro que ésta le produce:

$$\frac{\text{Costo Adicional}}{\text{Ahorros}} = \frac{\$500}{\$394.20} = 1.26 \text{ años}$$

$$= 15.2 \text{ meses}$$

Lo que según la tabla # 6 ilustra que el ahorro de los equipos invertir versus los equipos convencionales es de \$8,826.00 en un periodo de 30 años y obteniendo un cambio de equipo cada 5 años que en la vida útil del equipo se determinó por 10 años.

### Cómputos para Placas Solares

Siguiendo las tablas de costos de revista ambiental Corriente Verde, se puede determinar que los costos de las placas solares son de \$49,500.00.

Este cálculo es uno muy básico, la instalación de un sistema de paneles solares es algo complejo y se necesitan expertos que puedan determinar la mejor razón entre calidad y costo de sus componentes.

### ¿Recupero la Inversión?

Comprar las placas solares tendrá un costo inicial mayor. Si se desea saber en cuánto tiempo se recupera este gasto adicional puede calcularlo dividiendo el costo del equipo entre el costo promediado de la conexión de la AEE:

$$\frac{\text{Costo Placas Solares}}{\text{Ahorros de energia mensual}} = \frac{\$49,500.00}{\$224.42 - \$3.00} = 18.63 \text{ años}$$

Si vemos el costo de las placas pagado en 18.63 años. Pero si lo llevo a una anualidad de treinta años el valor de las placas seria

Esto nos crea un efecto de economía toral en el proyecto de \$ 46,653.43. Determinado que el sistema es más amigable para el ambiente.

Tabla # 6

Comparativa de Sistema Inverter vs Convencional a 30 Años Incluyendo Costo de Luz

Comparativa de sistema Inverer Vs Convencional a 30 años incluyendo costo de luz									
Núm	Descripción		BTU/h	Costo tradicional para 5 ton por vida útil de 5 años			Diferencia de costo por AEE	30 Años	Total
1	Tradicional	EER 12	60,000	Remplazo 3	\$ 10,500	\$ 21,000	\$ 1,577	\$ 47,304	\$57,804
2	Inverter	EER 16	60,000	Remplazo 3	\$ 13,500	\$ 27,000	\$ 1,183	\$ 35,478	\$48,978

**Tabla # 7**  
**Cómputo de Equipo con Inversores**

Entre el consumo mensual kilowatts (de factura de AEE)->Kwh-----	<input type="text" value="823.33"/>
No incluya comas en el numero.	
Precio por panel (usted puede cambiar este precio si desea)-----	\$ <input type="text" value="1500"/>
No incluya comas en el numero. Este precio incluye instalación y costos de otros materiales.	
Consumo promedio diario = consumo mensual /30 días-----	Kwh <input type="text" value="27"/>
Horas maximas de producción de los paneles----->Kwh	<input type="text" value="5"/>
= consumo promedio diario / 5.5 max de horas de producción	
Requerimiento de producción diaria----->Kwh	<input type="text" value="7"/>
= horas maximas de producción de los paneles x 1.43	
Cantidad de paneles requeridos----->	<input type="text" value="29"/>
El panel que consideramos produce 245 watts.	
Costo de los paneles ----->\$	<input type="text" value="43,500"/>
Numero de inversores----->	<input type="text" value="1"/>
Los inversores considerados son de 6 Kwh.	
Costo de los inversores-----> \$	<input type="text" value="6,000"/>
EL precio por inversor utilizado es de \$6,000 .	
Costo total -----> \$	<input type="text" value="49,500"/>

**Tabla # 8**  
**Comparativa de Costos por 30 Años**

<b>Comparativa de Costos Presente a 30 Años</b>				
<b>Num</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Verde</b>	<b>Costo tradicional</b>	<b>Diferencia</b>
1	Inversión de construcción convencional VS Sistema Reddiform	\$ 76,598.18	\$ 83,134.41	\$ 6,536.23
2	Inversión de placas solares Vs Conexión AEE	\$ 49,500.00	\$ 80,791.20	\$ 31,291.20
3	Inversión e equipos de AC conversión VS Inverter mas Ahorro de luz	\$ 48,978.00	\$ 57,804.00	\$ 8,826.00
	<b>Total</b>	<b>\$ 175,076.18</b>	<b>\$ 221,729.61</b>	<b>\$ 46,653.43</b>

## CONCLUSIÓN

Durante muchos años se ha hablado de los altos costos de la AEE a los que nos exponemos. Sin embargo, se ha estado promoviendo el uso de la energía renovable y así ayudar al consumidor a bajar estos costos y a su vez al medio ambiente. Por lo tanto es importante aumentar el uso de los servicios disponibles para la energía renovable a ser usada eficientemente, utilizando todas las estrategias para disminuir los costos energéticos.

Mediante este estudio se ha comprobado que el uso de la energía renovable puede ser de fácil acceso. Por tanto la eficiencia de la energía renovable depende tanto de aspectos cualitativos como cuantitativos. Además nos brinda la oportunidad de obtener un mejor sistema de energía que con el pasar del tiempo se a maximizado su eficiencia y se prevé que en el futuro contara con mejores tecnología, equipos más eficientes y costos mas accesibles.

## REFERENCIAS

- [1] “Sistema de Insulated Concrete Forms”, ReddiForm, Copyright © 2014, All rights reserved. Recuperado de: <http://www.reddiform.com/energy-savings-guarantee/>.
- [2] Acevedo, A., PE, CEM CD Consultants, PSC, “El uso de Acondicionadores de Aire de Alta Eficiencia le Produce Ahorros”, *Revista Ambiental Corriente Verde*. Recuperado de: <http://www.corrienteverde.com/articulos/uso%20acondicionadores%20aire%20altaeficiencia.html>.
- [3] Previdi Dávila, E., Artículo: “Energía solar y programa de medición neta”, *Revista Ambiental Corriente Verde*, Vol. 51, Núm. 21, Agosto, 2014. Recuperado de: <http://www.corrienteverde.com/articulos/energia%20solar%20y%20programa%20de%20medicion%20neta.html>.
- [4] “Why ReddiForm Insulated Concrete Forms?”, ReddiForm, Copyright © 2014, All rights reserved. Recuperado de: <http://www.reddiform.com/why-reddiform-concrete-forms/>.