

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil



**“Análisis técnico económico para la instalación de matrices energéticas en proyectos de pequeña demanda”**

**Trabajo de graduación presentado por Paul Alexander Wagner Olivares  
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil**

**Guatemala**

**2012**



**Análisis técnico económico para la instalación de matrices  
energéticas en proyectos de pequeña demanda**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil

**Análisis técnico económico para la instalación de matrices  
energéticas en proyectos de pequeña demanda**

Trabajo de graduación presentado por

**Paul Alexander Wagner Olivares**

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

**Guatemala**

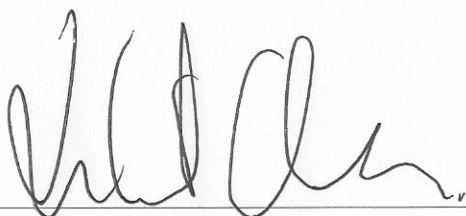
**2012**

Vo. Bo. :

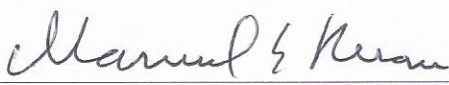
(f)  \_\_\_\_\_

Ing. Erik Flores

Tribunal Examinador:

(f)  \_\_\_\_\_

Ing. Roberto Godo

(f)  \_\_\_\_\_

Ing. Manuel Eduardo Ruano Pérez

Guatemala, 05 de diciembre de 2012

## PREFACIO

Considero que el tema de la energía y el consumo energético humano es un tema que concierne no solo a las personas de Guatemala sino del mundo entero. Actualmente mucha gente paga grandes cuentas por consumo de energía eléctrica por no saber las ventajas y beneficios que pueden obtener al realizar pequeñas técnicas para reducir su consumo energético e implementar un sistema de generación energética en sus viviendas o pequeños negocios. Este trabajo de graduación es la presentación de información de forma clara y concisa para que las personas de Guatemala puedan descubrir los beneficios que pueden obtener al invertir su dinero en un sistema de generación energética. Guatemala tiene una ubicación privilegiada por la poca variación en las horas de luz y los vientos constantes a lo largo del año.

Según el informe *El Contexto de la Energía Renovable en Guatemala y la Matriz Energética del País* del Centro Nacional de Energía Eléctrica, los potenciales de energía renovable de Guatemala superan la demanda actual del país. Esto demuestra que no solo es viable el proyecto sino que día a día se está desperdiciando energía vital de los recursos naturales que no se podrá recuperar. En el año 2007, en Guatemala el 59.2% de la energía se produjo con productos basados en el petróleo, haciendo que el precio de la energía sea sensible a los cambios constantes del costo del barril del petróleo a nivel mundial. Si se implementaran únicamente fuentes renovables se podría ver una decremento en el precio de la energía y los cambios en el costo de la energía serían bajos y casi imperceptibles.

Quisiera aprovechar la oportunidad para agradecerle a todas las personas que me apoyaron durante todos estos años de universidad como mi mamá, mis hermanos, mis tíos, mis abuelos y mis compañeros de clase que siempre fueron una ayuda y una motivación para seguir adelante. Quisiera agradecer también al Ingeniero Erik Flores que me apoyó como mi asesor y compartió su tiempo y toda esta información para la realización de este trabajo.

Quiero dedicar este trabajo a mi papá Peter Herbert Joachim Wagner Petersen, eterna inspiración y modelo de vida para mí.

# Índice

PREFACIO .....	V
LISTA DE CUADROS .....	X
LISTA DE GRÁFICOS .....	XII
LISTA DE TABLAS .....	XIII
LISTA DE IMÁGENES .....	XIV
RESUMEN .....	XV
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. OBJETIVOS .....	4
3.1 GENERAL.....	4
3.2 ESPECÍFICOS. ....	4
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1 ENERGÍA RENOVABLE.....	5
4.1.1 ENERGÍA SOLAR.....	8
4.1.1.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	8
4.1.1.1.1 ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICA.....	8
4.1.1.1.2 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS. ....	9
4.1.1.1.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	11
4.1.1.2 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	12
4.1.1.2.1 USOS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	12
4.1.1.2.2 CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. ....	12
4.1.1.2.3 SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. ....	13
4.1.1.2.4 SISTEMAS DE ALMACENAJE DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. ....	15
4.1.2 ENERGÍA EÓLICA.....	15

4.1.2.1	GENERADORES EÓLICOS DE EJE HORIZONTAL.....	16
4.1.2.2	GENERADORES EÓLICOS DE EJE VERTICAL.....	19
4.1.2.3	MINI GENERADORES EÓLICOS.....	22
4.1.3	ENERGÍA DE BIOMASA.....	22
4.1.3.1	TIPOS DE BIOMASA POR ESTADO.....	22
4.1.3.1.1	BIOMASA SÓLIDA.....	23
4.1.3.1.2	BIOMASA LÍQUIDA.....	23
4.1.3.1.3	BIOMASA GASEOSA.....	23
4.1.3.2	TIPO DE BIOMASA POR FUENTE.....	24
4.1.3.2.1	BIOMASA NATURAL.....	24
4.1.3.2.2	BIOMASA RESIDUAL.....	25
4.1.3.2.3	BIOMASA DE CULTIVOS.....	26
4.1.3.3	INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA.....	26
4.1.3.3.1	INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA NATURAL.....	26
4.1.3.3.2	INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA RESIDUAL.....	27
4.1.3.3.3	INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA DE CULTIVO.....	27
4.2	RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES.....	29
4.2.1	RECURSO SOLAR.....	29
4.2.1.1	CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR MUNDIAL.....	29
4.2.1.2	CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN GUATEMALA.....	30
4.2.2	RECURSO EÓLICO.....	33
4.2.2.1	ENERGÍA EÓLICA MUNDIAL.....	33
4.2.2.2	ENERGÍA EÓLICA EN GUATEMALA.....	34
4.2.3	RECUSO DE BIOMASA.....	38
4.2.3.1	ENERGÍA DE BIOMASA EN EL MUNDO.....	38
4.2.3.2	ENERGÍA DE BIOMASA EN GUATEMALA.....	40

4.3	DESARROLLO DE PROYECTOS VERDES.....	41
4.3.1	DISEÑO BIOCLIMÁTICO.....	41
4.3.2	ARQUITECTURA SOSTENIBLE.....	42
V.	MARCO PRÁCTICO.....	44
5.1	ANTECEDENTES AL PROYECTO.....	44
5.1.1	PRECIO DEL KWH EN GUATEMALA.....	44
5.1.2	CONTADORES ELÉCTRICOS.....	45
5.1.2.1	CONTADORES ELÉCTRICOS BIDIRECCIONALES.....	45
5.2	SELECCIÓN DE UN EQUIPO SOLAR SEGÚN ASPECTOS ECONÓMICOS.....	46
5.2.1	PANELES SOLARES EN EL MERCADO LOCAL.....	46
5.2.2	CALENTADORES SOLARES EN EL MERCADO LOCAL.....	47
5.2.3	GENERACIÓN Y EFICIENCIA DE LOS PANELES SOLARES.....	48
5.2.4	PRECIOS Y VIDA ÚTIL DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	49
5.2.5	ANÁLISIS ECONÓMICO SOLAR FOTOVOLTAICO.....	50
5.2.5.1	FÓRMULAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO SOLAR FOTOVOLTAICO	51
5.2.6	ANÁLISIS ECONÓMICO SOLAR TÉRMICO.....	52
5.2.6.1	FÓRMULAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO SOLAR TÉRMICO	52
5.2.7	RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DE LOS EQUIPOS SOLARES.....	53
5.3	SELECCIÓN DE UN EQUIPO EÓLICO SEGÚN ASPECTOS ECONÓMICOS.....	55
5.3.1	AEROGENERADORES EN EL MERCADO LOCAL.....	55
5.3.2	GENERACIÓN Y EFICIENCIA DE LOS AEROGENERADORES.....	56
5.3.3	PRECIOS Y VIDA ÚTIL DEL SISTEMA.....	57
5.3.4	ANÁLISIS ECONÓMICO EÓLICO.....	58
5.3.5	RELACIÓN COSTO/BENEFICIO AEROGENERADORES.....	59
5.4	SELECCIÓN DE UN EQUIPO DE BIOMASA SEGÚN ASPECTOS ECONÓMICOS.....	61
5.4.1	EQUIPOS DE BIOMASA EN EL MERCADO LOCAL.....	61

5.4.2	GENERACIÓN Y EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE BIOMASA.....	62
5.4.3	PRECIOS Y VIDA ÚTIL DEL SISTEMA.....	63
5.4.4	ANÁLISIS ECONÓMICO A BASE DE BIOMASA.....	63
5.4.5	RELACIÓN COSTO/BENEFICIO EQUIPO DE BIOMASA. ....	64
5.5	VIVIENDA MODELO DE ESTUDIO.....	66
5.6	MATRIZ ENERGÉTICA/ECONÓMICA.....	67
5.6.1	MATRIZ DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MENSUAL.....	67
5.6.2	MATRIZ DE AHORRO ENERGÉTICO MENSUAL.....	71
5.7	PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO .....	73
5.7.1	ROOM MASTER SWITCH (INTERRUPTOR PRINCIPAL DE CUARTO).....	73
5.7.2	HOUSE MASTER SWITCH (INTERRUPTOR PRINCIPAL DE VIVIENDA).....	73
VI	RESULTADOS.....	74
VII	DISCUSIÓN .....	76
VIII	CONCLUSIONES .....	78
IX	RECOMENDACIONES .....	79
X	BIBLIOGRAFÍA .....	80
XI	ANEXO I.....	83

## Lista de cuadros

Cuadro 1. Horas de luz promedio por día según los meses del año 2006.....	32
Cuadro 2. Cuadro de velocidades y direcciones del viento dependiendo del mes del año en la Ciudad de Guatemala .....	37
Cuadro 3. Distribución de superficie en Guatemala, final 2006.....	40
Cuadro 4. Listado de paneles solares y sus características .....	46
Cuadro 5. Listado de calentadores de agua solares y sus precios .....	47
Cuadro 6. Detalle de producción de los sistemas solares fotovoltaicos.....	50
Cuadro 7. Listado de sistemas solares fotovoltaicos y su análisis económico.....	51
Cuadro 8. Listado de sistemas solare térmicos y su análisis económico .....	52
Cuadro 9. Análisis de relación C/B de sistemas solares fotovoltaicos .....	53
Cuadro 10. Análisis de relación C/B de sistemas solares térmicos .....	54
Cuadro 11. Listado de aerogeneradores y sus características .....	55
Cuadro 12. Listado de aerogeneradores y sus precios .....	57
Cuadro 13. Listado de aerogeneradores y sus análisis económico .....	58
Cuadro 14. Análisis de relación C/B de los aerogeneradores.....	60
Cuadro 15. Listado de las caldera de biomasa y sus características .....	61
Cuadro 16. Listado de las calderas y sus precios.....	63
Cuadro 17. Listado de las calderas y su análisis económico .....	64
Cuadro 18. Análisis de relación C/B de las calderas de biomasa .....	65
Cuadro 19. Detalle de producción energética a lo largo de un año según los equipos seleccionados.....	69
Cuadro 20. Detalle de generación energética del equipo Isofotón ISF-240/20, equipo solar propuesto .....	70
Cuadro 21. Detalle de generación energética del equipo Air BREEZE 48 V, equipo eólico propuesto .....	71

Cuadro 22. Detalle de ahorro energético y monetario a lo largo de un año según los equipos seleccionado .....	72
Cuadro 23. Detalle de costo/beneficio del conjunto de equipos propuesto. ....	74

## Lista de gráficos

Gráfico 1. Horas de luz promedio por día según los meses del año 2006 .....	32
Gráfico 2. Producción anual de energía eólica mundial .....	34
Gráfico 3. Producción biomasa vs. demanda energética .....	39
Gráfico 4. Producción de energía renovable final 2008 .....	39
Gráfico 5. Producción energética solar fotovoltaica vs. horas de luz al día .....	48
Gráfico 6. Producción diaria vs. meses del año .....	49
Gráfico 7. Producción energética eólica vs velocidad del viento .....	56
Gráfico 8. Producción de los aerogeneradores en los diferentes meses del año. ....	57
Gráfico 9. Producción energética solar eólica vs velocidad de vientos .....	62

## Lista de tablas

Tabla 1. Costo energético en GTQ y US\$ por kWh en las tres regiones de Guatemala .....	44
Tabla 2. Consumo mensual de la familia modelo.....	66
Tabla 3. Equipos considerados en la matriz, su fuente y beneficio .....	67

## Lista de imágenes

Imagen 1. Célula fotovoltaica de silicio monocristalino .....	9
Imagen 2. Célula fotovoltaica de silicio policristalino .....	10
Imagen 3. Célula fotovoltaica de arseniuro de Galio .....	10
Imagen 4. Célula fotovoltaica CIGS .....	11
Imagen 5. Sistema solar térmico de baja temperatura .....	13
Imagen 6. Sistema solar térmico de media temperatura .....	14
Imagen 7. Sistema solar térmico de alta temperatura .....	14
Imagen 8. Parque eólico seco AMAYO, Nicaragua .....	18
Imagen 9. Aerogenerador de eje horizontal de AMAYO de 2.1 MW .....	18
Imagen 10. Modelo de rotor Savonius.....	20
Imagen 11. Modelo de rotor Darrieus .....	20
Imagen 12. Modelo de rotor Giromill .....	21
Imagen 13. Modelo de rotor tipo Windside.....	21
Imagen 14. Ciclo de biomasa natural .....	25
Imagen 15. Mapa de captación solar mundial .....	30
Imagen 16. Mapa de captación solar en Guatemala .....	31
Imagen 17. Mapa eólico en el territorio de Guatemala.....	35
Imagen 18. Mapa de usos de suelo en Guatemala, final 2003 .....	41

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación se enfoca en el análisis técnico y económico de la generación de energía basada en fuentes renovables; especialmente, energía eólica, energía solar fotovoltaica, pellets y una combinación de estas para ser aplicada a escala residencial o proyectos de pequeña demanda. Es importante hacer notar los avances tecnológicos y la accesibilidad actual de calderas para la combustión de los pellets, los paneles solares fotovoltaicos y las turbinas eólicas de pequeña escala. Se busca demostrar que la correcta combinación de estas fuentes de energía es aplicable y recomendable dado que las condiciones de generación de estas fuentes renovables no se afectan directamente entre ellas, pero una se puede beneficiar cuando las condiciones en la otra no son óptimas y viceversa. Las matrices energéticas que se plantearán responderán a las diferentes demandas energéticas del país, mostrando la flexibilidad de estos métodos de generación.

Previo al desarrollo de las matrices se debe hacer un estudio de la tecnología que se encuentra en el mercado y la factibilidad de poder aplicar estas fuentes energéticas en Guatemala. Por medio de esta investigación se ubicarán los centros que actualmente distribuyen la tecnología o las fuentes de importación de la tecnología necesaria. Así mismo, se deberán exponer las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la tecnología disponible y las condiciones climáticas existentes en Guatemala para el desarrollo de dichas energías.

Luego de establecer las capacidades de producción de la tecnología existente y las condiciones climáticas de Guatemala, se desarrollarán las matrices energéticas dependiendo de la demanda del proyecto a analizar y entorno en el que se encuentra. Estas matrices deben proveer varias soluciones para los diferentes tipos de uso de suelo, demandas, espacios y entornos que se ven en Guatemala.

Finalmente, es necesario mencionar que por medio de este trabajo, se pretende que todas las personas particulares, pequeñas industrias e instituciones puedan implementar estas matrices para el uso y desarrollo de energías renovables. Así mismo, se harán

recomendaciones para la matriz a utilizar dependiendo de las características de los principales tipos de proyectos tratados, para facilitar la información relevante y posiblemente facilitar la toma de decisión.

## **I. Introducción**

Como punto central de este trabajo de graduación se plantea la implementación de sistemas de generación energética renovable en viviendas para reducir el costo de consumo energético de la red del sistema. Con esta propuesta se ve la posibilidad de dejar de consumir energía de la red y producir uno mismo toda la energía que se requiere para vivir. Esta idea nace del constante incremento en el precio de la energía, y al impacto ambiental de la producción energética en Guatemala, por ser plantas de carbón y petróleo las que subsisten la demanda energética de Guatemala.

Actualmente Guatemala se encuentra hundida en problemas como la pobreza extrema, desnutrición, violencia y muchos otros, sin embargo una de las causas principales que propicia este estado de calamidad son los altos costos de vida que se tienen actualmente en el país. Es por esto que debemos empezar a pensar en soluciones para dichos problemas que hoy en día amenazan a nuestra sociedad. ¿Qué podemos hacer para disminuir la violencia en el país? ¿Qué opciones tenemos para reducir la tasa de desempleo? ¿Cómo hacemos para que los niños no sigan sufriendo de desnutrición?

Una de las posibles respuestas a estas preguntas está en incentivar la economía del país, reduciendo los costos de vida de las personas, creando nuevos negocios y oportunidades de trabajo que saquen a todas esas personas de las calles y les den la oportunidad de tener una vida y trabajo digno. La implementación de pequeños sistemas energéticos ofrece una solución para incentivar y reactivar la economía personal, puesto que al tener un menor costo en los servicios de energía, las personas pueden invertir y mejorar su calidad de vida y la de las personas que los rodean.

## II. Justificación

El interés en este tema de trabajo de graduación tiene su origen en la creciente oportunidad que se puede observar en el campo energético y la demanda creciente que hay a nivel mundial. Actualmente Guatemala tiene múltiples fuentes de energía, principalmente siendo el petróleo, y sus derivados quienes suplen la demanda, el cual es importado y no es una fuente propia o producidos localmente. Mundialmente se están buscando fuentes alternativas de energía que no contaminen ni impacten el medio ambiente como sucede en la actualidad.

Este trabajo se realiza para tratar de encontrar una combinación de fuentes de energía que no esté directamente relacionado y afectado al precio del barril de petróleo y sus derivados. Actualmente, los precios energéticos son muy elevados por la dependencia del petróleo y constante alza en el precio del mismo. Este trabajo pretende mostrar la factibilidad de utilizar un generador eólico, una caldera de pellets, paneles solares fotovoltaicos y calentadores solares o una combinación de estos, en viviendas y proyectos pequeños para reducir los costos energéticos.

Las energías renovables o energías verdes han sido la brecha que rompe con la contaminación e impacto ambiental. Dentro de estas energías se pueden encontrar hidráulica, solar, nuclear, geotérmica y eólica, entre otras. Este trabajo de graduación toma la energía eólica, solar y térmica por el potencial energético que estas presentan y la oportunidad de poder utilizarlas en proyectos pequeños e incluso viviendas.

La magnitud de este trabajo de graduación, permite la investigación y análisis de diferentes puntos del tema, como el análisis financiero y la factibilidad de instalar un equipo solar fotovoltaico, equipo solar térmico y un generador eólico, el análisis e investigación del anteproyecto y diferentes tipos de maquinaria y módulos existentes en el mercado actual. De la misma manera, se debe evaluar y corroborar que el equipo propuesto sea apto para la

utilización y sus características compatibles entre sí para la generación de las matrices energéticas.

## **III. Objetivos**

### **3.1 General.**

Crear matrices energéticas basadas en fuentes renovables para el desarrollo de pequeños proyectos ambientalmente sostenibles y con un costo energético reducido.

### **3.2 Específicos.**

- Crear una base de datos de la tecnología de energía renovable disponible en Guatemala.
- Establecer los parámetros de producción energética de dicha tecnología en Guatemala.
- Proponer matrices energéticas que suplan la necesidad energética de diferentes proyectos, dependiendo de su funcionalidad y consumo energético.
- Proporcionar las bases para determinar los beneficios y rentabilidad de la implementación del proyecto.

## IV. Marco teórico

### 4.1 Energía renovable.

Energía renovable es la energía que proviene de recursos naturales tales como luz solar, viento, lluvia, mareas y calor geotérmico. Todas estas fuentes son renovables, dado que la naturaleza por sí sola repone los elementos de forma rápida y continua. Actualmente, el 19% de la energía mundial proviene de energías renovables, siendo el 16% de hidroeléctricas y potencial hidráulico y el otro 3% de otras energías renovables.<sup>1</sup>

Actualmente, la energía eólica (energía de viento) crece a una tasa del 30% anual, con una capacidad instalada de 198 giga-watts (GW) en el 2010, siendo sus principales clientes Europa, Asia y Estados Unidos. A finales del año 2010, la producción de energía solar fotovoltaica (energía de la luz solar) mundial sobrepasaba los 40 GW, siendo los principales países productores Alemania y España. La energía solar foto térmica (energía del calor solar) es utilizada en Estados Unidos y España y la planta más grande de estas es la planta energética SEGS (Solar Energy Generating Systems) en el desierto Moja, que produce 354 mega-watts (MG). La energía geotérmica (energía del calor de la Tierra), tiene su principal planta de producción en los Geysers de California, con una capacidad de producción de 750 MV. La producción de etanol de azúcar de caña es guiada por Brasil, proveyendo el 18% del combustible para automóviles del país. La energía hidráulica (energía del agua) tiene diferentes formas y fuentes como presas, corrientes marinas y mareas, siendo la más grande La Presa de las Tres Gargantas (en chino *Sānxiá Dàbà*), la cual cuenta con una producción de 24 GW.

Pese a que la mayoría de los proyectos de energía renovable es de gran escala, el desarrollo de la tecnología renovable la hace accesible para áreas rurales, remotas y proyectos de pequeña escala y demanda. Para el 2011, pequeños paneles solares

---

<sup>1</sup> REN21; 2011; *Renewables 2011 Global Status Report*; Paris; pag 18-19

<sup>2</sup> Flavin, Christopher; *Energías Renovables, Energía Renovables en el Mundo*;

fotovoltaicos proveyeron electricidad a millones de casas a nivel mundial, pequeños proyectos hidroeléctricos electrificaron pequeñas comunidades y suplieron la demanda en áreas con fallas de energía. Hoy en día, mas de 40 millones de casas utilizan biogás producido en pequeños biodigestores, para electrificarse y cocinar y más de 166 millones de casas aprovechan las nuevas calderas a base de biomasa para regular la temperatura de la casa y poder calentar los alimentos de sus habitantes. Estas son una buena opción por el bajo costo de mantenimiento que tienen, por sus nuevos materiales y eficiencia energética.

Otro tema que aportan y defienden las energías renovables es el cambio climático. El cambio climático con los elevados precios del petróleo y su constante crecimiento, ha llevado a la humanidad a buscar diferentes fuentes de energía. Hoy en día los gobiernos e iniciativas privadas buscan crear una alianza en la lucha contra esto. A nivel mundial se pueden observar políticas de gobierno que apoyan e incentivan las energías renovables como principal fuente de energía. Durante los últimos años y en las crisis económicas que se han observado a nivel mundial, el uso de energías renovables y el control de consumo energético han sido un factor esencial para la recuperación económica de múltiples países. Según las proyecciones de la IEA (International Energy Agency), los proyectos de energía solar podrían producir la mayoría de la energía demandada a nivel mundial, reduciendo drásticamente la emisión de gases de efecto invernadero. Los otros tipos de energía renovable podrían suplir el resto de la demanda e iniciar así una nueva era mundial de energía verde.

La base de las energías renovables es su inagotable fuente de producción. Estas se observan en fenómenos naturales como la luz solar, vientos, mareas, el calor geotérmico y el crecimiento y desarrollo de la biodiversidad en su entorno natural o manejado por los seres humanos. El correcto desarrollo de estas fuentes y tecnologías no solo beneficia al medio ambiente, también ayuda a los seres humanos a obtener un mejor estilo de vida y una reducción en el costo de su consumo energético. Las energías renovables reemplazan a los combustibles fósiles en diferentes áreas como:

- *Generación energética:* Hoy en día cerca del 19% de la generación eléctrica mundial proviene de energía renovable. Cada día las personas valoran más su utilización debido a las campañas mundiales de concientización respecto a los gases de efecto invernadero y a las mejoras que representa el utilizarlas para todo el planeta. Se pretende llevar la producción total de energía eléctrica por este método, para poder crear una sociedad mundial completamente auto sostenible que deje un mundo digno para generaciones venideras.
- *Calefacción:* Es uno de los principales usos de la energía eléctrica, tanto para calefacción de ambientes como para calefacción de agua. La necesidad de estar en un ambiente cálido y el gusto de tener agua caliente representa un gran consumo energético y hoy en día se presentó la solución de poder utilizar el calor geotérmico y solar para satisfacer estas necesidades y gustos. Los primeros sistemas de calentadores de agua eran poco eficientes y apenas cubrían las necesidades de una casa. Hoy en día, se ven sistemas que incluso se pueden instalar en edificios de apartamentos multifamiliares. Con la cantidad de radiación solar, calefacción geotérmica e incineración de biomasa se pueden suplir las demandas de este renglón.
- *Combustibles para transporte:* El uso de los diferentes biocombustibles desarrollados a lo largo de los años, han ayudado a reducir tanto el consumo de productos derivados del petróleo, como las emisiones de gases de efecto invernadero. En el año 2009, los 93 mil millones de litros de biocombustibles reemplazaron cerca de 68 mil millones de combustibles a base de petróleo, reduciendo el impacto ambiental que estos tienen.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Flavin, Christopher; Energías Renovables, *Energía Renovables en el Mundo*; Renewables 2010 Global Status Report; pag. 53, web en línea (<http://www.ren21.net/REN21Activities/Publications/GlobalStatusReport/GSR2010/tabid/5824/Default.aspx>) con acceso el 28 de marzo de 2012

**4.1.1 Energía solar.** La energía solar es la energía producida en el Sol como resultado de las reacciones nucleares que suceden entre partículas de hidrógeno en su interior. Estas llegan a la Tierra en forma de luz y calor, por medio de fotones que interactúan con la superficie terrestre y la atmósfera.<sup>3</sup> La energía o radiación solar es aprovechable en ambas formas en las que llega a la Tierra.

**4.1.1.1 Energía solar fotovoltaica.** La energía solar fotovoltaica es la transformación de la energía solar en forma de luz a energía eléctrica. Esta energía se obtiene de los fotones que viajan desde el Sol hasta la Tierra. La capacidad que tiene esta fuente de energía es la luz solar directa y esto varía directamente con la ubicación geográfica del país donde se instalan los paneles.

La energía luminosa tiene dos principales ramas, la radiación directa y la radiación indirecta. La radiación directa es la energía que llega directamente desde el Sol, sin reflexiones o refracciones previas. La difusa es la que tiene refracciones y reflejos, pero esta no es aprovechable por su variable dirección y que es imposible de concentrar.<sup>4</sup>

**4.1.1.1.1 Electricidad fotovoltaica.** La energía que produce un generador fotovoltaico es en corriente continua. La radiación solar que ilumina la célula y la temperatura ambiente varían la intensidad y tensión de la electricidad producida. La electricidad de corriente continua se pueda cambiar a corriente alterna para ser utilizada en equipos electrónicos convencionales por medio de un inversor de corriente. Este tipo de energías es utilizable tanto a nivel industrial como residencial.

---

<sup>3</sup> Guzmán, D; 2011; Energía Solar, Física Electrónica; *Energía Solar*. Colombia. (Web en línea) en: <http://www.galeon.com/energiasolar/>; (con acceso el 3 de septiembre de 2011)

<sup>4</sup> Anónimo; 2011; Energía Solar; Solarweb; *Energía Solar*; (Web en línea) en: <http://www.solarweb.net/solar-fotovoltaica.php>; (con acceso el 4 de septiembre de 2011)

**4.1.1.1.2 Células fotovoltaicas.** Las células fotovoltaicas son la base de los paneles fotovoltaicos. Estos son el elemento base para la captación y transformación de energía solar luminosa a energía eléctrica, por medio de generadores base de potencia en el sistema fotovoltaico. Las células fotovoltaicas también son llamadas celdas fotovoltaicas y células fotoeléctrica. Existen cuatro tipos principales de células fotovoltaicas:

- *Células de silicio monocristalino:* Estas son las células más comunes que se encuentran en el mercado. Las características de las células dan una eficiencia comercial de 15% aproximadamente. Expuesta a sol directo, una célula genera una corriente de 3 A a 0.5 V, aproximadamente. El color uniforme en su superficie facilita la diferenciación entre la célula de silicio monocristalino de la célula de silicio policristalino.

**Imagen 1. Célula fotovoltaica de silicio monocristalino (5)**



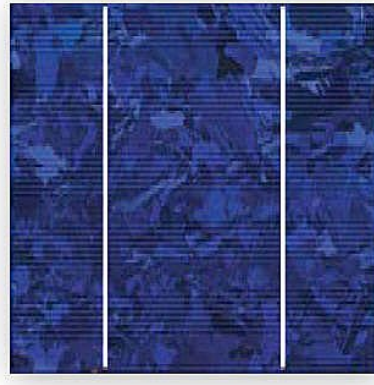
- *Células de silicio policristalino:* Estas células son más fáciles de producir y más baratas para adquirir. Su funcionalidad es muy similar a la célula de silicio

---

<sup>5</sup> Anónimo; 2011; Electricidad Gratuita, *Energía Solar Fotovoltaica*; (Web en línea) en: <http://www.electricidad-gratuita.com/energia%20fotovoltaica.html> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

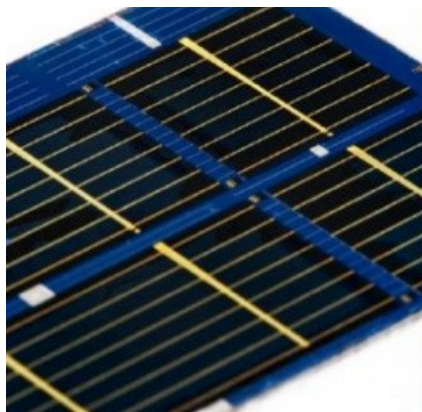
monocristalino, con el defecto en estas células es la eficiencia comercial del 8% que manejan.

**Imagen 2. Célula fotovoltaica de silicio policristalino**



- *Células de arseniuro de galio*: Estas células no son encontradas fácilmente a nivel comercial. Estas son células multicapa (más capas de elementos receptores de fotones para la captación de energía) con una eficiencia de 30%.<sup>6</sup>

**Imagen 3. Célula fotovoltaica de arseniuro de Galio (7)**



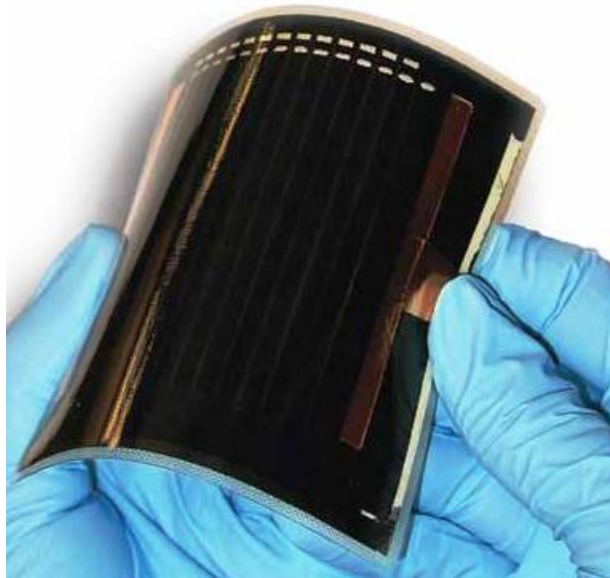
---

<sup>6</sup> Mollejo, M; 2011; Energía Solar, *Energía Solar Fotovoltaica*; (Web en línea) en: <http://www.miguelms.com/dyeivolt.htm> ; (con acceso el 5 de septiembre de 2011)

<sup>7</sup> Anónimo; 2011; Placas Solares, *Módulos Fotovoltaicos*; (Web en línea) en: <http://www.placa-solar.com/modulos-fotovoltaicos.html> ; (con acceso el 5 de septiembre de 2011)

- *Células de CIGS*: Están conformadas por Cobre, Indio y Galio, con una película de recubrimiento de seleniuro para sellar la estructura. Tienen una eficiencia de 18%. No es muy común comercialmente debido a la complejidad de producción, costo y complejidad de la estructura final.

**Imagen 4. Célula fotovoltaica CIGS <sup>(8)</sup>**



**4.1.1.1.3 Sistemas fotovoltaicos.** Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos que varían dependiendo de sus cualidades y capacidad de almacenar carga. Ambos sistemas pueden ser conectados en paralelo (se suma el voltaje suministrado por las celdas) o en serie (se suma la corriente suministrada por las celdas)

- *Sistema fotovoltaico conectado*: Este sistema está conectado directamente al inversor de corriente y directamente a la red eléctrica, por lo que no necesita ningún equipo de acumulación energético. Esto reduce su costo y problemas derivados del equipo de almacenamiento. Así mismo, no existe la capacidad de utilizar la energía

---

<sup>8</sup> Val; 2011; Celdas Solares; *Celda Solar CIGS*; (Web en Línea) en: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2011/05/26/nuevas-celdas-solares-suizas-con-record-de-eficiencia/> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

producida que no fue consumida en su momento y es un sistema funcional únicamente durante el día.

- *Sistema fotovoltaico aislado:* Este sistema está conectado a un equipo de acumulación energético, antes de ingresar a la red eléctrica. Esto aumenta el costo de mantenimiento por el equipo de acumulación energética, el controlador de corriente para asegurar el correcto funcionamiento del equipo de acumulación y el inversor de corriente. La ventaja que tiene este sistema es que la energía almacenada puede ser utilizada en momentos de escasez de luz solar o en la noche.

**4.1.1.2 Energía solar térmica.** La energía solar también conocida como foto-térmica, es la tecnología que consiste en concentrar la energía del Sol en forma de calor y aprovechar las altas temperaturas para crear energía. Este tipo de energía tiene aplicaciones residenciales e industriales. La transformación de esta energía del Sol en energía aprovechable se logra por medio de colectores solares. Los colectores solares concentran e intensifican el efecto térmico producido por la radiación solar.

**4.1.1.2.1 Usos de energía solar térmica.** La energía solar térmica tiene la característica que dependiendo del tipo de instalación, el uso de esta puede variar, por las temperaturas que cada instalación puede alcanzar. El uso de la energía solar térmica va relacionado con fluidos que se hacen cruzar por tuberías para calentarla y dependiendo la temperatura alcanzada, darle un uso a dicho fluido.

**4.1.1.2.2 Captación de energía solar térmica.** La captación de la energía solar térmica se da por medio de una placa metálica que recibe los rayos solares y puede absorberlos o reflejarlos dependiendo la instalación de energía solar térmica a la que pertenezca. En caso de que se desee absorber el calor en la placa de metal, se debe agregar color negro y ubicar la tubería lo más cerca posible para calentar el fluido dentro de la tubería lo más rápido posible. Para alcanzar temperaturas más altas, se busca

reflejar la mayor cantidad de luz solar a un mismo punto y acumular el efecto térmico en un punto.<sup>9</sup>

#### 4.1.1.2.3 Sistemas de energía solar térmica.

Dependiendo la temperatura que alcanza la instalación de Energía Solar Térmica, se separarán en tres principales tipos de sistemas, los de baja temperatura, los de mediana temperatura y los de alta temperatura.

- *Sistemas de baja temperatura:* Estos sistemas alcanzan temperaturas entre 20°C y 100°C. Estos sistemas son utilizados para calentar agua por debajo del punto de ebullición. Tiene aplicaciones tanto domésticas como industriales.

**Imagen 5. Sistema solar térmico de baja temperatura** <sup>(10)</sup>



- *Sistemas de media temperatura:* Estos sistemas manejan temperaturas entre 100°C y 400°C. Estos sistemas redirigen la radiación solar en una superficie reducida. Las temperaturas alcanzadas llevan al agua sobre el punto de ebullición haciendo posible crear energía eléctrica a base de una turbina girada por vapor. Tiene aplicaciones domésticas muy limitadas.

---

<sup>9</sup> Anónimo; 2010; Energía Renovable; *Energía solar térmica*; (web en línea) en: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/energia-solar-termica/>; (con acceso el 2 de septiembre de 2011)

<sup>10</sup> Anónimo; Energía Solar Térmica, *Sistemas de baja temperatura*; (web en línea) en: <http://www.biodisol.com/energia-solar/energia-solar-termica/>; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

**Imagen 6. Sistema solar térmico de media temperatura (11)**



- *Sistemas de alta temperatura:* Estos sistemas manejan temperaturas entre 400°C y 1000°C. Para alcanzar esta temperatura se redirige la radiación solar a un solo punto desde todos los ángulos posibles. Para lograr focalizar toda la radiación solar en un solo punto se pueden utilizar espejos cóncavos o campos heliostáticos. Los campos heliostáticos son espejos que siguen el recorrido del Sol automáticamente, redirigiendo la radiación solar a un solo punto. Este sistema no se utiliza para viviendas y son muy pocos los centros industriales que generan energía a base de vapor y una turbina giratoria por medio de este sistema.

**Imagen 7. Sistema solar térmico de alta temperatura (12)**



---

<sup>11</sup> Martín; 2008; Energía Renovable; *Energía solar térmica*; (Web en Línea) en: <http://erenovable.com/2008/01/30/planean-instalar-una-planta-gigante-de-energia-solar-en-andalucia/> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

<sup>12</sup> Nestor; 2010; Energía Renovable; *Energía solar*; (Web en Línea) en: <http://nestorjarque.blogspot.com/2010/07/energia-solar.html> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

#### **4.1.1.2.4 Sistemas de almacenaje de energía solar**

**térmica.** Dependiendo la temperatura que alcanza la instalación de energía solar térmica, puede almacenar la energía en forma de un fluido caliente para su próxima utilización. El mejor ejemplo que se puede ver son los calentadores solares y el almacenaje en un cilindro debidamente aislado para mantener la temperatura del agua. El cilindro debe estar correctamente armado para poder proteger la pérdida de energía del fluido hacia el exterior. Dentro de los sistemas de aislamiento se encuentran cilindros de metal con un recubrimiento de fibra de vidrio o esponja y otro cilindro de vidrio para compactar el material aislante y reducir la pérdida de energía. Un punto a tomar en cuenta es el aislamiento de la tubería que transporta el agua para no perder energía en esta y mantener la temperatura de esta hasta el punto de descarga.

**4.1.2 Energía eólica.** La energía eólica es la energía del viento que se transforma para uso de los seres humanos. La energía se obtiene de las corrientes de viento independientemente de su origen, por medio de la transformación de la energía cinética del viento a energía mecánica y finalmente a energía eléctrica. La energía eólica es una energía renovable puesto que no utiliza nada más que los vientos en la zona geográfica donde se ubican las turbinas. La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio que ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar las fuentes energéticas termoeléctricas a base de combustibles fósiles que son la principal fuente de energía hoy en día.

El viento se encuentra en todas partes del globo terráqueo. Este es el método de control de temperaturas natural que tiene el planeta para redistribuir las masas de aire para controlar los cambios de temperatura que hay. Los principales tipos de viento que se ven a nivel mundial son:

- *Vientos geostróficos:* Los vientos geostróficos son generados por las diferencias de temperatura, así como de presión. Estos vientos no son influenciados por la superficie terrestre ya que se encuentran a una altura aproximada de 1000m sobre el suelo.
- *Brisas marinas:* Durante el día, el suelo absorbe energía del sol más rápidamente que el agua, calentándose más rápido. Esto crea que el aire caliente suba, circule hacia el mar y cree una depresión a nivel del suelo, succionando el aire frío del mar hacia la tierra. Durante la noche, las temperaturas se invierten y cambia el sentido de la brisa.
- *Vientos de montaña:* Las regiones montañosas muestran modelos de clima interesante, ya que las temperaturas varían al ascender por la ladera. Estos vientos se generan cuando el aire en la superficie de la ladera se calienta y la densidad de este disminuye, causando que este ascienda por la superficie de la ladera hasta la cima. Al igual que con las brisas marinas, en la noche se invierte la dirección del viento.

**4.1.2.1 Generadores eólicos de eje horizontal.** Los generadores eólicos de eje horizontal son aquellos en los cuales el eje de rotación está paralelo al suelo. Este es el tipo de tecnología más utilizado por su confiabilidad, gran capacidad de producción y adaptabilidad a diferentes potencias y demandas.

Las partes más importantes de un aerogenerador horizontal son:

- *Rotor:* Este está conformado por el eje rotacional y las palas del rotor. Las palas del rotor están construidas de materiales compuestos, diseñadas para aprovechar al máximo las ráfagas de viento y así transformar la energía cinética del viento en un momento de torsión al eje del equipo. Las longitudes de estas palas son variables dependiendo la potencia que se desea producir.

- *Góndola:* Cabina donde están alojados los elementos mecánicos y eléctricos del aerogenerador.
- *Caja de reducción:* Esta es la caja de engranajes que suele estar presente para transformar las rotaciones de las aspas (12 – 18 rpm) a rotaciones en el orden de los miles. Esto aumenta la capacidad del generador.
- *Generador:* Esta es la sección del aerogenerador que transforma la energía mecánica del rotor en energía eléctrica. Estos varían dependiendo el modelo y diseño del aerogenerador. Los más comunes son síncrono, asíncronos, jaula de ardilla e imanes permanentes.
- *Torre:* Esta es la que le da la elevación al generador. Esto se realiza puesto que los vientos a mayor altura tienen mayor velocidad por la reducción de la fricción. La torre transmite las cargas y momentos del generador al suelo.
- *Equipo de control:* Este se hace cargo del funcionamiento correcto, eficiente y seguro del aerogenerador. Controla datos como velocidad de rotación, dirección de la góndola y aspas, ángulo de las aspas y potencia total entregada. Actualmente, en su mayoría de casos este equipo es remoto y se puede observar desde una computadora en la sala de control o acceso remoto desde cualquier parte del mundo.

Todos los aerogeneradores de eje horizontal se deben de dirigir perpendicularmente al viento. Esto se consigue con una veleta en los aerogeneradores más pequeños y con veletas electrónicas o sensores de viento para los aerogeneradores más grandes.

Existen dos tipos de aerogeneradores dependiendo de su localización en el planeta, estos son los parques eólicos offshore y los parques eólicos secos. Los parques eólicos offshore aprovechan las corrientes de viento producidas por los cambios de temperatura

entre el agua y la tierra, estando estos situados en el agua (mares o lagos). Los parques eólicos secos también pueden aprovechar las corrientes de viento producidas en las costas pero también se pueden localizar en áreas montañosas que aprovechan los vientos naturales a mayor altura.

**Imagen 8. Parque eólico seco AMAYO, Nicaragua <sup>(13)</sup>**



**Imagen 9. Aerogenerador de eje horizontal de AMAYO de 2.1 MW <sup>(14)</sup>**



---

<sup>13</sup> *Parque eólico AMAYO*, Fotografía por Paul Wagner.

<sup>14</sup> *Aerogenerador*, Fotografía por Paul Wagner

**4.1.2.2 Generadores eólicos de eje vertical.** Los generadores de eje vertical son aquellos que tienen su eje de rotación perpendicular al suelo. Estos aerogeneradores son muy buenos para utilizar en proyectos de poca demanda y en espacios reducidos.

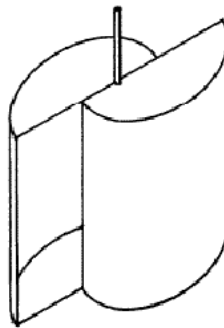
Estos aerogeneradores tienen menos capacidad de producción y su elaboración es más sencilla, llevando también a un más fácil mantenimiento. Sus principales componentes son:

- *Rotor:* Este está conformado por el eje rotacional y las palas del rotor. Los alerones del rotor están contruidos de materiales compuestos, diseñadas para aprovechar al máximo las ráfagas de viento y así transformar la energía cinética del viento en un momento de torsión al eje del equipo. Las formas y tamaños de estos rotores son variables dependiendo la potencia que se desea producir.
- *Alternador:* Máquina eléctrica que transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Esto sucede con cargas magnéticas transferidas de un punto móvil a un punto fijo.
- *Cajas de reducción:* Esta es la caja de engranajes que suele estar presente para transformar las rotaciones de los alerones a rotaciones en el orden de los miles. Esto aumenta la capacidad del generador.
- *Equipo de control:* Este se hace cargo del funcionamiento correcto, eficiente y seguro del aerogenerador. Controla datos como velocidad de rotación, dirección de la góndola y aspas, ángulo de las aspas y potencia total entregada. Actualmente, en su mayoría de casos este equipo es remoto y se puede observar desde una computadora en la sala de control o acceso remoto desde cualquier parte del mundo.

Dentro de los principales y más utilizados tipos de aerogeneradores de eje vertical se encuentran:

- *Savonius*: El modelo de este rotor es el más simple ya que consiste de un cilindro hueco partido por la mitad, en el cual las mitades se desplazan creando una "S". Las partes cóncavas del cilindro funcionan como receptores o captadores de viento y el reverso del cilindro representa una baja resistencia al viento.

**Imagen 10. Modelo de rotor Savonius**



- *Darrieus*: El rotor Darrieus consta de unas finas palas con forma de alerón de avión simétricos unidos al eje solo por sus extremos. La parte más importante de este sistema es la curva de los alerones para poder captar al máximo las corrientes de viento, dando mayor rendimiento al generador. El modelo de curva más utilizado es el "Troposkien", también utilizado en catenaria.

**Imagen 11. Modelo de rotor Darrieus**



- *Darrieus Tipo H o Giromill*: Una variante del generador Darrieus es la turbina con alerones verticales de eje vertical llamada “Giromills”. Esta variante tiene alerones orientados mecánicamente con el fin de cambiar el ángulo de impacto del viento.

**Imagen 12. Modelo de rotor Giromill**



- *Prototipo Windside*: Este sistema es una variable del Savonius, en vez de ser una estructura cilíndrica desplazada, es un perfil alabeado con torsión que asciende por un eje vertical. Una de las principales ventajas de este sistema es el eterno aprovechamiento del viento por la torsión y las palas receptoras del viento que siempre están en contacto con el viento. Este nuevo aerogenerador vertical tiene las propiedades que acercan la capacidad de producción de los aerogeneradores de eje vertical a los de eje horizontal.

**Imagen 13. Modelo de rotor tipo Windside**



**4.1.2.3 Mini generadores eólicos.** No existe una definición exacta de los mini generadores ni la capacidad mínima y máxima que estos pueden aportar. Los aerogeneradores de pequeña potencia pueden ser utilizados en pequeñas comunidades o vivienda personal, produciendo aproximadamente entre 1 y 100 kilowatts.<sup>15</sup>

Actualmente los mini generadores eólicos proponen soluciones importantes para las zonas marginales y retiradas donde es muy complicado llevar la conexión eléctrica. Así mismo propone una muy buena solución para los elevados costos de la electricidad a nivel mundial. Finalmente se están creando incentivos a nivel mundial donde los particulares y pequeñas empresas pueden utilizar diferentes formas de energía renovable de pequeña escala, permitiéndoles utilizar lo necesario y vender el sobrante de vuelta a la red eléctrica de su país.

**4.1.3 Energía de biomasa.** La energía de biomasa es la energía producida del aprovechamiento de la materia orgánica e inorgánica creada en algún proceso biológico o mecánico. La energía proviene de la materia en sí o los residuos y desechos que los seres vivos producen o dejan. El aprovechamiento de la energía se puede hacer directamente por combustión, por transformación de la materia en otras sustancias altamente energéticas o la creación de gases energéticos por la descomposición de la materia.

**4.1.3.1 Tipos de biomasa por estado.** La biomasa y su aprovechamiento depende del potencial energético que esta tiene, dependiendo el estado en el que se encuentra. Así mismo una fuente de biomasa puede ser energéticamente valiosa en más de un estado, pero suele ser un mejor combustible en uno de sus estados.

---

<sup>15</sup>Mon, Sara; 2009; *Minigeneradores eólicos*, minigeneradores; (Web en línea) en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia00/html/Articulo21.htm>, con acceso el 22 de marzo de 2012

**4.1.3.1.1 Biomasa sólida.** Conjunto de materia orgánica de origen animal o vegetal, no degradado por el tiempo, y los productos que proceden de la transformación de forma natural o artificial. Dentro de esta clasificación, se encuentran lo que son los residuos forestales, agrícolas, animales, de la industria agrícola y maderera y los desechos sólidos urbanos.<sup>16</sup> Los principales productos para utilizar en este tipo de fuente energética son leña, astillas, aserrín, pellets y briquetas y son aprovechados por la combustión.

**4.1.3.1.2 Biomasa líquida.** La biomasa líquida es el producto de desechos industriales o tratamiento de biomasa sólida para la producción de un carburante en sustitución de los carburantes actuales del petróleo. Este tipo de biomasa proviene de aceites vegetales, alcoholes carburantes y residuos líquidos con un alto potencial energético, utilizados como combustible en los motores de combustión interna.

**4.1.3.1.3 Biomasa gaseosa.** Los potenciales energéticos de los gases son superiores, debido a la capacidad de compresión y reducción de espacio que estos tienen. Entre los biocombustibles gaseosos que se pueden obtener a partir de la biomasa están el gas de gasógeno, el biogás y el hidrógeno.

- *Gas de gasógeno:* Al someter la biomasa dentro de los gasógenos a altas temperaturas (entre 800 y 1,500°C) en ausencia de oxígeno, se originan productos gaseosos, (N<sub>2</sub>,CO,H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) en proporciones variables. En principio, el destino del gas de gasógeno suele ser la producción de calor por combustión directa en un quemador o la generación de electricidad por medio de un motor o turbina.

---

<sup>16</sup> CGC biomasa, 2009, Energía de biomasa sólida, *La Biomasa y la Clasificación Energética de los Edificios.*, (Web en Línea), [http://pilarpesquera.files.wordpress.com/2009/04/cat\\_010409\\_cgc\\_bio1.pdf](http://pilarpesquera.files.wordpress.com/2009/04/cat_010409_cgc_bio1.pdf) con acceso el 7 de marzo de 2012.

- *Biogás*: La digestión de la biomasa en condiciones anaerobias da origen al llamado "biogás", a razón de unos 300 l por kg de materia seca, con un valor calórico de unos 5.500 kcal/m<sup>3</sup>. La composición de biogás es variable, pero está formado principalmente por metano (55-65%) y CO<sub>2</sub> (35-45%); y, en menor proporción, por nitrógeno, (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas).<sup>17</sup>

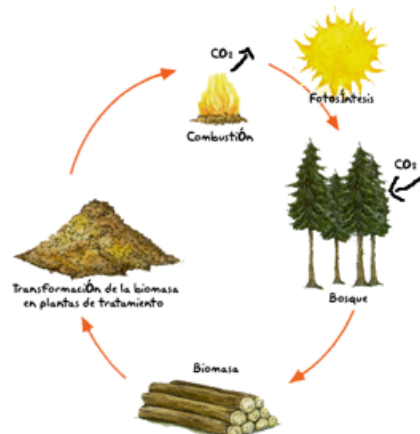
**4.1.3.2 Tipo de biomasa por fuente.** Dependiendo la fuente de la biomasa y el tipo de uso que se le dará a esta, se subdividen en 3 tipos de biomasa: Natural, Residual y Cultivos. Todos estos diferentes tipos de biomasa tienen sus ventajas y desventajas, tanto energéticas como ambientales.

**4.1.3.2.1 Biomasa natural.** La biomasa natural es la que proviene directamente de la naturaleza, sin alteración o intervención humana, más que la separación o reducción de sus elementos para mejor manejo como la creación de leña. La principal forma de consumo de esta fuente energética es directa, donde se quema para emisión de calor. En países tercermundistas, se utiliza mucho para cocinar y dar sustento a las personas. En países más avanzados, se utiliza por su poder calorífico. Dentro de este tipo de biomasa se encuentran los bosques plantados específicamente con el propósito de utilizar sus recursos como combustible.

---

<sup>17</sup> Ministerio de Ciencia e Innovación, 2008, Energía de Biomasa, *Biomasa*, España, (Web en Línea)  
[http://www.energiarenovables.ciemat.es/suplementos/sit\\_actual\\_renovables/biomasa.htm](http://www.energiarenovables.ciemat.es/suplementos/sit_actual_renovables/biomasa.htm), con acceso el 7 de marzo de 2012

**Imagen 14. Ciclo de biomasa natural** <sup>(18)</sup>



**4.1.3.2.2 Biomasa residual.** La biomasa residual es la proveniente de todos los desechos que se crean, tanto orgánicos como inorgánicos. Estos desechos pueden provenir de diferentes tipos de industria como la industria pesada que crea aceites, la industria maderera que produce astillas, poda y aserrín, la industria ganadera, que produce estiércol y otros desechos animales y la agrícola que produce bagazo y otro tipo de desechos naturales. Todos los desechos de biomasa, tienen cierto potencial energético, pero se debe acondicionar el mejor para la obtención de máximo potencial energético.

La biomasa de la industria ganadera se puede valorizar por la cantidad de gases volátiles que produce y que puede ser utilizado como fuente de combustible. La industria maderera produce astillas y aserrín que se pueden utilizar para combustión directa y así aprovechar los desechos. De la industria pesada se pueden aprovechar los aceites a desechar por medio de la fermentación y la creación de gases volátiles.

<sup>18</sup> Salas Chávez, J, 2010, *Biocombustible y Medio Ambiente*, (Web en Línea), <http://biocombustiblesymedioambiente264b.blogspot.com/>, con acceso el 7 de marzo de 2012.

**4.1.3.2.3 Biomasa de cultivos.** También conocido como cultivo energético es toda plantación destinada a la producción de biomasa en forma indirecta. La producción de biomasa por este medio es a través de la fermentación de azúcares, caños de maíz o cereales y la producción de grasa vegetal como las semillas de colza, girasoles y palma africana.<sup>19</sup>

**4.1.3.3 Instalaciones de aprovechamiento de biomasa.** Las instalaciones de aprovechamiento de biomasa varían en tamaño y diseño dependiendo la demanda energética y el combustible que utilizarán. Dentro de las instalaciones podemos encontrar tres principales tipos de centrales:

- *Pequeña demanda:* chimeneas, hogares de leña o pequeños generadores
- *Mediana demanda:* digestores de residuos ganaderos
- *Gran demanda:* centrales térmicas o calderas térmicas de producción agrícola.

**4.1.3.3.1 Instalación de aprovechamiento de biomasa natural.** Este tipo de instalaciones utiliza la combustión para la producción de energía o calor. Para la producción de calor solo se utiliza la combustión y una salida controlada del aire caliente y su temperatura. Para la producción de energía se conduce la biomasa hasta una caldera, en donde es quemada y este calor se transmite al agua que se encuentra en las paredes de la caldera, al punto de ebullición. El vapor de agua es dirigido a una turbina que gira conectada a un generador para la producción de la energía eléctrica. El vapor de agua es posteriormente transportado a un condensador aislado, refrigerado por un sistema de canales, donde se vuelve a llevar el agua refrigerada a las paredes de la caldera para crear un ciclo constante e interminable. Los residuos de la caldera pueden ser utilizados para la producción de fertilizantes u otros materiales orgánicos de beneficio para plantas.

---

<sup>19</sup> Argueta, L; Duarte, P; 2011, *Proyecto de Energía: Biomasa*, Proyecto de Investigación Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

**4.1.3.3.2 Instalación de aprovechamiento de biomasa residual.** Este tipo de instalaciones puede variar dependiendo el tipo de residuo que se va a utilizar como combustible. Las instalaciones que utilizan directamente la materia de desechos como combustible tiene un proceso muy similar al utilizado para la combustión en las instalaciones de biomasa natural, con la diferencia de la trituradora para reducción de tamaño de partículas.

Las instalaciones que utilizan los gases producidos por dicha biomasa son diferentes puesto que utilizan el gas, luego de ser debidamente tratado, como combustible en un motor de combustión interna. El proceso de gasificación y purificación de los gases es el proceso más complejo de este tipo de aprovechamiento. Para la producción de este gas, se debe convertir un sustrato carbonoso en un gas combustible por medio de un agente de oxigenación o agente gasificante, lo cual activa el máximo poder energético del gas de la biomasa residual. Posteriormente el gas es trasladado a un motor de combustión interna el cual se conecta directamente al generador para la producción de energía eléctrica.

**4.1.3.3.3 Instalación de aprovechamiento de biomasa de cultivo.** Para la producción de los alcoholes carburantes las principales fuentes de materia prima son caña de azúcar, mandioca, sorgo dulce y maíz. Como primer paso del proceso, se recolecta la biomasa, se muele para reducir el tamaño de las partículas para facilitar la penetración de la hidrólisis. Posteriormente se da un tratamiento con químicos para hacer reaccionar la celulosa y así iniciar el proceso de la fermentación que convierte las azúcares en etanol. Finalmente se dan los procesos de destilación para la perfección del carburante. Etanol crudo (45%), rectificación (96%) y finalmente la deshidratación (99.9%).

También existe la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales como fuente de combustible para los motores de combustión interna. El biodiesel es un combustible que

se obtiene por la reacción de transesterificación de un triglicérido con un alcohol, típicamente metanol o etanol, utilizando hidróxido de sodio como catalizador. El biodiesel tiene una serie de ventajas respecto del diesel derivado de petróleo, pero la principal razón para su utilización es el hecho de que presenta un impacto ambiental mucho menor que los derivados del petróleo. Al ser producido a partir de aceites vegetales o grasas de cualquier origen, recursos renovables, produce una ventaja neta en lo que se refiere al ciclo de carbono, no produciendo acumulación del mismo en el ambiente. Sin embargo, los costos asociados a este nivel de purificación son elevados, por lo que para lograrlos, la alternativa de combinar el diesel con biodiesel se vuelve una necesidad. Adicionalmente, el biodiesel presenta una gran lubricidad que extiende la vida útil del motor, no es tóxico, y es fácilmente biodegradable.

La producción de biodiesel utilizando materiales de alta acidez, y por tanto menor valor, requiere la puesta a punto de un proceso con dos pasos de catálisis, una catalizada por ácidos, y otra por álcalis. La acidez de estos materiales viene dada por ácidos grasos libres, que en presencia de una base y agua se transforman en jabones. Por este motivo, este tipo de materia prima no puede ser reaccionada en la forma clásica (catálisis alcalina) con altos rendimientos. La producción de biodiesel a partir de aceites usados de cocina también es factible. La necesidad de deshacerse de estos desechos y la posibilidad de aprovechar sus componentes, presenta una gran oportunidad dado que los costos de esta materia prima son muy bajos.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Bruno O. Dalla Costa, María L. Pisarello, 2008, *Procesos de Producción de Biodiesel: Uso de Materias Primas Alternativas y de Alta Acidez*, documento en línea, en [http://www.e-petroquimica.com.ar/trabajos/procesos\\_de\\_produccion.pdf](http://www.e-petroquimica.com.ar/trabajos/procesos_de_produccion.pdf), con acceso el 14 de marzo de 2012.

## 4.2 Recursos energéticos renovables

Las fuentes de energía renovables son aquellas que, o son inagotables, porque están en continua renovación, o si se agotaran no sería posible la vida en la Tierra. Para fines de esta investigación solo se tratarán los recursos solares, eólicos y de biomasa residual.

**4.2.1 Recurso solar.** Los recursos utilizables del Sol son los fotones que llegan a la tierra en forma de luz, los cuales transportan energía y el calor, el cual puede aprovecharse para la creación de vapor y posteriormente aprovechar la energía cinética impuesta a la materia para producir energía eléctrica.

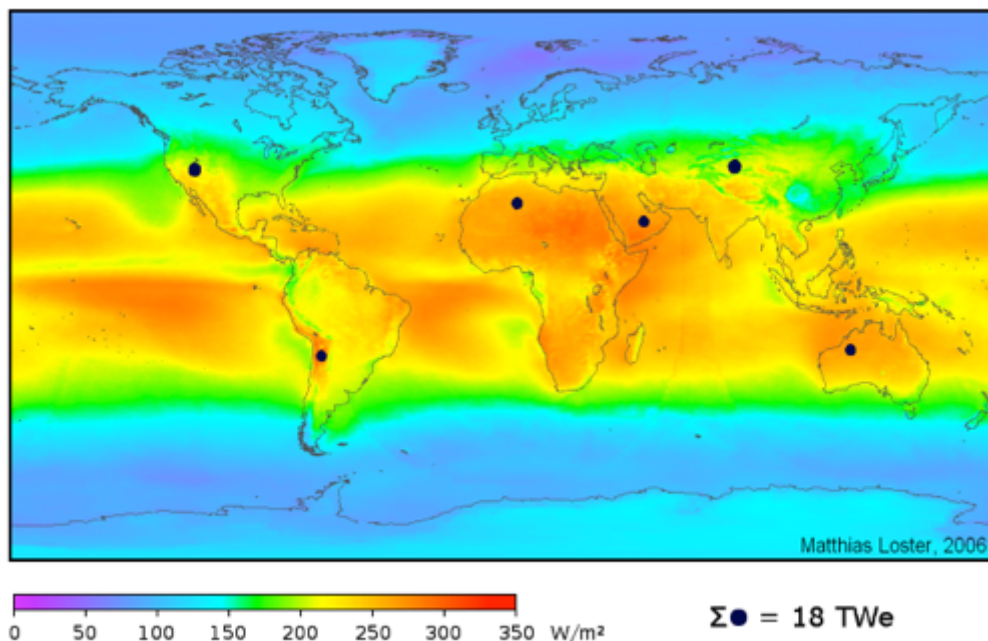
**4.2.1.1 Captación de energía solar mundial.** La Tierra recibe una cantidad muy alta de energía proveniente del Sol. La energía por radiación solar es de 174 *peta-watios* ( $174 \times 10^{15}$  W). Cerca del 70% de esta energía logra atravesar la atmósfera y llega a la superficie terrestre y es absorbida por los océanos, cuerpos terrestres y nubes. Esta es la energía que se puede utilizar e intentar explotar para satisfacer las necesidades energéticas de la población humana.

Los modelos actuales, estiman que la energía total que se absorbe en la atmósfera, océanos y cuerpos terrestres llega a ser 3.850 *Yotta-joules* ( $3.850 \times 10^{24}$  J) en un año. Esta cantidad de energía en un minuto equivale a la demanda energética mundial anual en el año 2002. La demanda ha aumentado 5% anual desde esa fecha. La energía solar recibida anualmente en la tierra equivale aproximadamente al doble de toda la energía creada hasta la fecha por fuentes no renovables.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Anónimo; 2011; Energía Solar; Wikipedia; *Energía Solar*; (Web en línea) en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar#cite\\_ref-Smil\\_2006.2C\\_p.\\_12\\_6-0](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar#cite_ref-Smil_2006.2C_p._12_6-0) ; (con acceso el 29 de agosto de 2011)

**Imagen 15. Mapa de captación solar mundial**



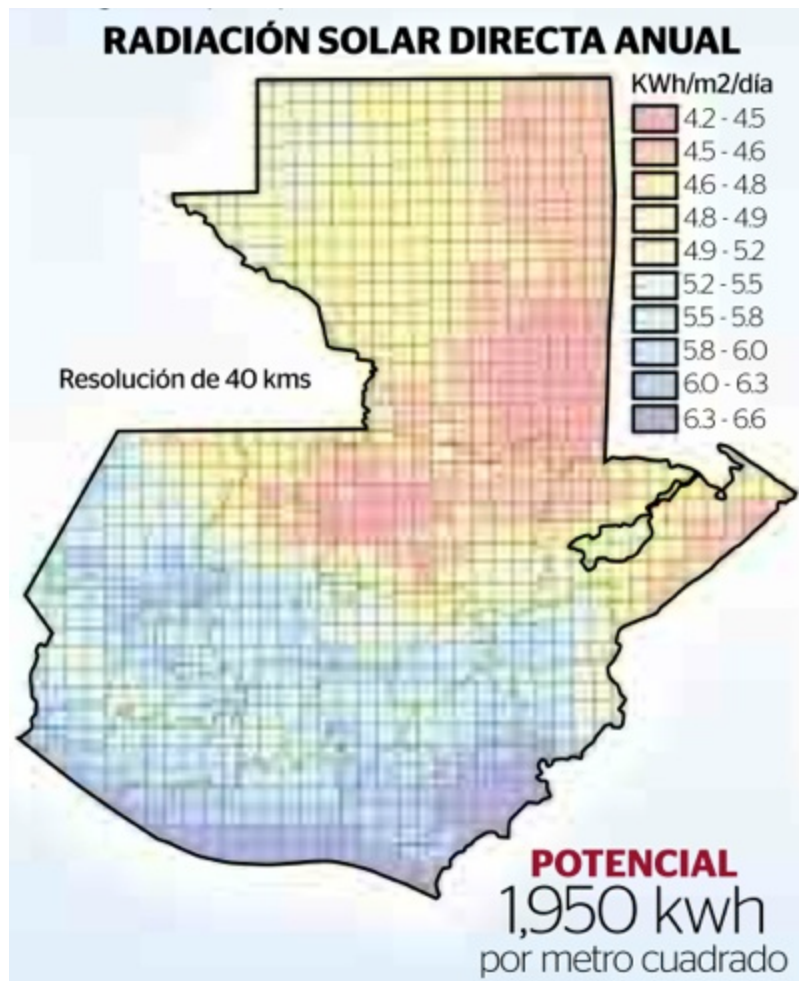
**4.2.1.2 Captación de energía solar en Guatemala.** Guatemala está ubicada en una zona geográfica favorecida por las horas de sol que recibe diariamente. Guatemala tiene aproximadamente 12 horas con 8 minutos de sol al día, con un máximo de 12 horas con 58 minutos en junio y un mínimo de 11 horas con 19 minutos en diciembre. Esto demuestra que las horas de sol en Guatemala tienen una variación aproximada de 1 hora y 40 minutos, que no es una variación alta en un ciclo anual.<sup>22</sup> Hay que tomar en cuenta que la producción solar no se da en la totalidad del tiempo que el sol brilla. Dependiendo la fuente recomiendan reducir desde 2 horas hasta 5 horas, la mitad por el leve sol de la mañana y la mitad por la caída del sol en la noche.

Así mismo, Guatemala tiene un potencial mínimo de 42 KWh/m<sup>2</sup>/día en la zona noreste del país y un máximo en la costa sur de 66 KWh/m<sup>2</sup>/día. En la capital y franja

<sup>22</sup> INSIVUMEH; 2006; duración solar 2006; *Energía Solar en Guatemala*; (documento en línea); en: ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

central del país, se maneja un promedio de 60 KWh/m<sup>2</sup>/día, dándole un gran potencial a esta energía en todo el país, aprovechando las áreas con más radiación solar.

**Imagen 16. Mapa de captación solar en Guatemala (23)**



En la actualidad, la energía solar no se aprovecha a nivel nacional en ningún punto y a ninguna escala. No se utiliza el potencial que se tiene para desarrollar una matriz energética que apoyaría a suplir la demanda actual y futura en Guatemala. Las principales

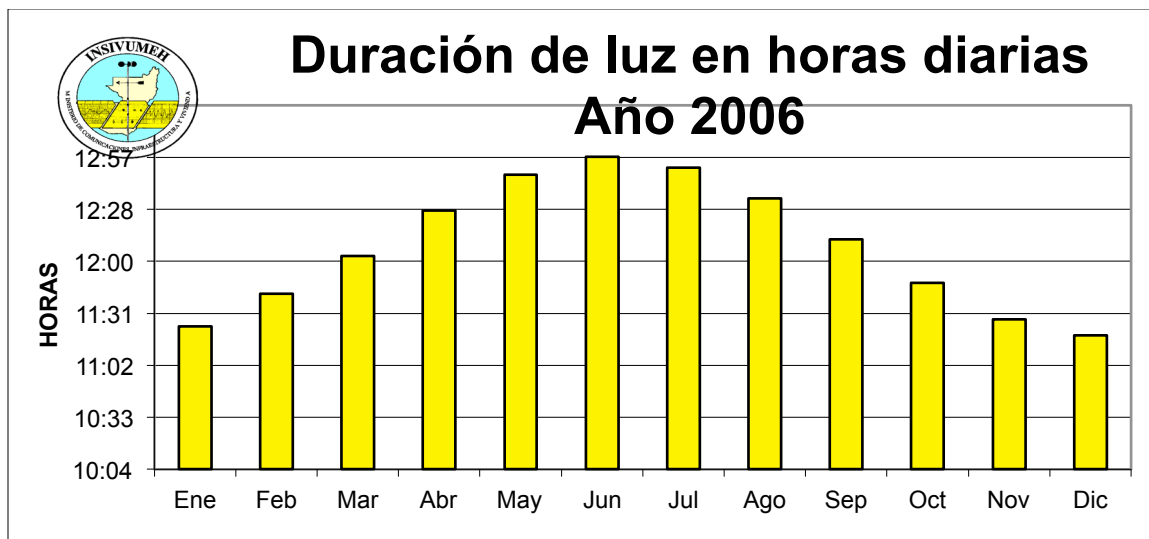
<sup>23</sup> Bolaños, R.M.; 2011; *Inversión para el Futuro, Megaproyectos de energía*; Prensa Libre (Guatemala); 4 de septiembre; pp 3.

fuentes de energía en Guatemala en la actualidad son el petróleo y sus derivados y la energía hidráulica.

**Cuadro 1. Horas de luz promedio por día según los meses del año 2006**

Datos de salida, puesta del sol y duración del día, Año 2006			
Mes	Hora de salida del Sol	Hora de puesta del Sol	Horas de Sol durante el día
Ene	6:27	17:51	11:24
Feb	6:22	18:04	11:42
Mar	6:07	18:10	12:03
Abr	5:47	18:15	12:28
May	5:34	18:22	12:48
Jun	5:32	18:30	12:58
Jul	5:39	18:31	12:52
Ago	5:46	18:21	12:35
Sep	5:49	18:01	12:12
Oct	5:53	17:41	11:48
Nov	6:03	17:31	11:28
Dic	6:17	17:36	11:19

**Gráfico 1. Horas de luz promedio por día según los meses del año 2006**



**4.2.2 Recurso eólico.** El recurso de viento está en todas las corrientes de viento a lo largo del planeta. En el mundo hay lugares que mantienen corrientes más constantes que otros y estos son los lugares de mayor aplicación para la energía renovable, puesto que la presión constante, da la posibilidad de mantener la potencia en las turbinas eólicas.

**4.2.2.1 Energía eólica mundial.** En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores o turbinas eólicas. A finales de 2007, la capacidad mundial de los generadores eólicos fue de 94.1 GW. En 2009 la eólica generó alrededor del 2% del consumo de electricidad mundial. Anualmente se incrementa el uso de la energía eólica por ser una energía verde, que concientiza a las personas y ayuda a rescatar el medio ambiente.<sup>24</sup>

Es imposible determinar exactamente el potencial energético eólico mundial puesto que este es intermitente, pero una red energética debidamente instalada, podría proporcionar la mayoría de energía solicitada mundialmente. Los estudios de vientos actuales a nivel mundial, prueban que si se instalara completamente el potencial mundial, se podría cubrir 40 veces la demanda energética mundial, si los vientos son óptimos.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Anónimo; 2010; Energía Eólica; *Economía de la Energía*; Energía Eólica; (Web en línea) en: <http://www.economiadelaenergia.com/energia-eolica/>; (con acceso el 7 de marzo de 2011)

<sup>25</sup> Corral, M., 2009, energía eólica, *La Potencia Global del Viento* elmundo.es (España), (documento en línea), <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/06/22/ciencia/1245696522.html>, (con acceso el 7 de marzo de 2012)

**Gráfico 2. Producción anual de energía eólica mundial**



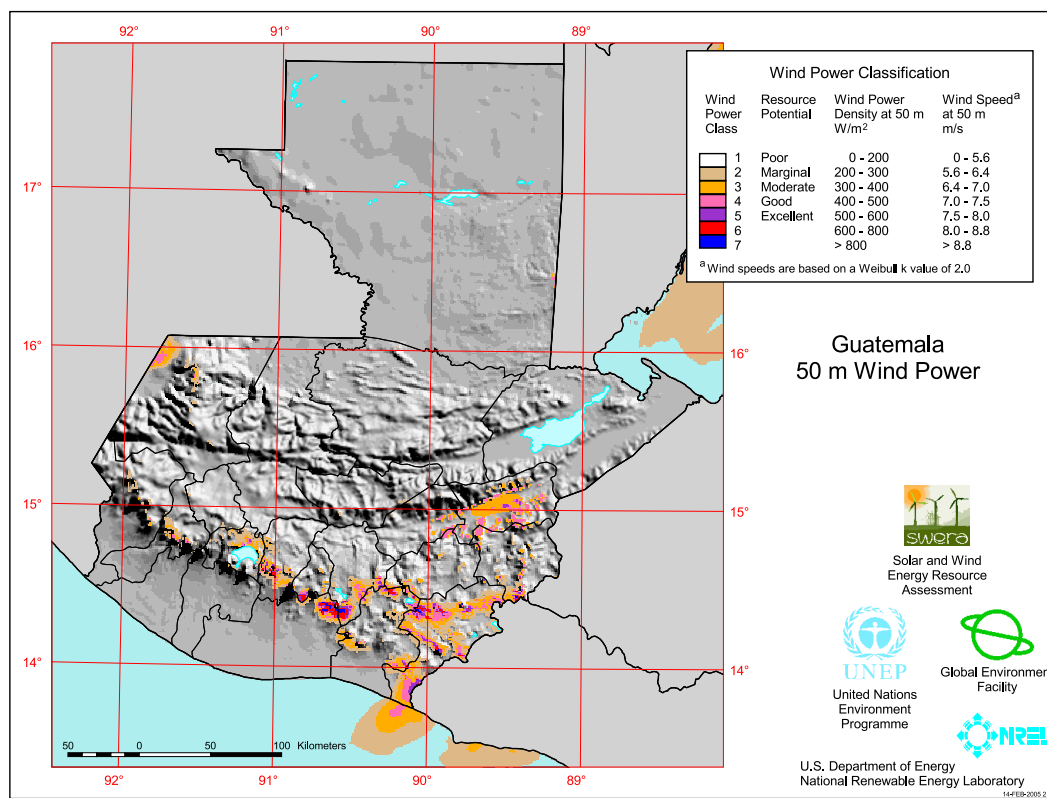
**4.2.2.2 Energía eólica en Guatemala.** Guatemala está afectada por diferentes vientos a lo largo del año. En los meses de octubre a febrero, los vientos provienen del Norte (NNE, NE, NNO). Estos vientos son creados por los sistemas de alta presión que se ubican en el área central de Estados Unidos, bajando por el Golfo de México y la Península de Yucatán. Estos vientos ingresan al país por Petén y se encañonan entre las Sierras del Merendón y Las Minas, causando que se aceleren y registren velocidades un poco más altas en el oriente del país. Redirigidos al centro del país y finalmente al sur con una velocidad reducida.

Durante los meses de marzo a junio el viento proviene del Sur, por la presencia de los sistemas de baja presión en el Océano Pacífico que crean las corrientes y flujos de viento. Cuando las diferencias en los sistemas de baja presión son lo suficientemente marcadas, las masas y velocidades del viento son suficientemente altas para rebasar los macizos montañosos de la Sierra de los Cuchumatanes, llegando hasta Alta Verapaz, Huehuetenango y El Quiché.

En los meses de julio a septiembre, el viento vuelve a provenir del norte, debido a la presencia casi permanente del anticiclón del Atlántico, que mantiene un flujo constante de

viento a través del departamento de Izabal. Así mismo hay que tomar en cuenta los huracanes y tormentas tropicales provenientes del Atlántico que hacen variar la dirección e intensidad del viento, pero esto se da de forma indeterminable.

**Imagen 17. Mapa eólico en el territorio de Guatemala**



Actualmente no se tiene un mapa detallado de los vientos y las velocidades de los vientos en Guatemala, puesto que solo hay torres de medición en nueve diferentes lugares del país. Esto causa que la información recopilada sea insuficiente para el correcto desarrollo del mapa eólico del país. Actualmente se cuenta con torres de medición en:

- San Marcos, San Marcos
- Alotenango, Sacatepéquez
- Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá
- Estanzuela, Zacapa

- Mataquescuintla, Jalapa
- Jutiapa, Jutiapa
- Moyuta Jutiapa
- Quezada, Jutiapa
- Chiquimulilla Santa Rosa

Los resultados obtenidos por diferentes fuentes de medición en la capital demuestran los siguientes resultados.

Cuadro 2. Cuadro de velocidades y direcciones del viento dependiendo del mes del año en la Ciudad de Guatemala

Promedios mensuales y anuales de Velocidad del Viento (Kilómetros Por Hora)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	14.3	6	0	11.9	11.4	9.7	15.1	13.9	12	11	16.8	16.6	11.6
1991	4	3	13.7	3.2	3.8	3.4	5.6	4.6	4	2.9	3.1	6	3.8
1992	2	2.8	3.8	3.6	2.3	2.8	6.9	5.1	5.1	5.1	7.1	5.6	5
1993	8.1	5.5	5	3.6	2.3	2.8	6.9	5.1	5.1	5.1	7.1	5.6	5
1994	7.1	6.6	2	5.7	6.6	7.1	8.3	11.6	7.1	6.4	6.7	5.1	6.7
1995	7	8	8	9.6	6.4	8.1	8.6	6.5	7.3	6.8	1.5	2	6.7
1996	3	4	4	4.6	5.6	4.3	4.2	5.4	6.2	5.3	5.4	7	4.5
1997	5	6.4	5	5.2	4.9	3.5	7.4	6.7	3.6	4.9	5.4	4.4	5.2
1998	5.6	7.2	6.7	5	4.8	4.5	5.1	5	3.6	4.1	6.5	6.9	5.4
1999	6.5	6	6.3	5.4	5.6	4	3.7	3.7	3	4	7.3	7.8	5.3
2000	6.9	6.5	4.7	5	3.4	4	5.9	5.3	2.9	5.1	5.1	7.3	5.3
2001	7.2	7.1	5.6	5.6	3.6	4.7	4.9	5.4	4.4	5.6	5.9	5.8	5.5
2002	6.4	6.2	11.9	5.7	8.2	3.7	5.3	5.8	4.7	4.2	5.9	5.2	6.1
2003	6.9	8.8	11.5	4.3	2.7	5.4	6.1	5.7	2.6	3.1	7.2	6.6	5.3
2004	7	5.8	8.2	5.7	11.4	4.9	12.3	11.6	7	6.6	12.7	13.3	8.9
2005	15.1	14.1	17.4	18.8	13.9	12.1	14.3	16.2	16.2	17	21.7	19.7	16.2
2006	24.8	22.4	18.5	18.1	12.3	15.2	16.9	17.1	13.2	6.9	19.8	18.8	17
2007	6.9	5.3	5.6	7.6	7.9	4.4	4.6	4.1	4.4	4.3	5.7	5.7	5.7
2008	15.1	14.1	17.4	18.8	13.9	12.1	14.3	15.1	16.2	17	21.7	19.7	16.2
2009	24.8	22.4	18.5	18.1	12.3	15.2	16.9	17.1	13.2	6.9	19.8	18.8	17
2010	19	13.7	11.3	9.8	9.1	7.8	11.1	10.7	15.4	18.4	18.8	19.8	9.7
2011	16.6	11.4	11.1	10	9.7	9.7	9.7	8.5	17.7	17.8	17.8	17.6	7.2
	14.26	12.42	12.49	11.69	10.14	9.05	11.15	11.01	11.12	11.24	15.31	14.52	

Promedios mensuales y anuales de Dirección del Viento

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	NW	VAR	VAR	VAR	VAR	NW	NW	VAR	VAR	NW	VAR	NW	VAR
2001	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	NW	NW	NW	VAR	NW	NW	NW	VAR
2002	NW	NW	NW	NW	SE	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	NW	NW	VAR
2003	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	NW	NE	VAR	VAR	NE	NW	VAR
2004	NW	VAR	NW	VAR	N	N	N	N	VAR	N	N	N	N
2005	NW	NW	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N
2006	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N
2007	VAR	N	VAR	VAR	VAR	NW	NW	NW	NW	NE	N	NW	VAR
2008	NW	N	N	N	S	S	N	NE	S	N	N	N	N
2009	N/D	NE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2010	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N
2011	N	N	N	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N

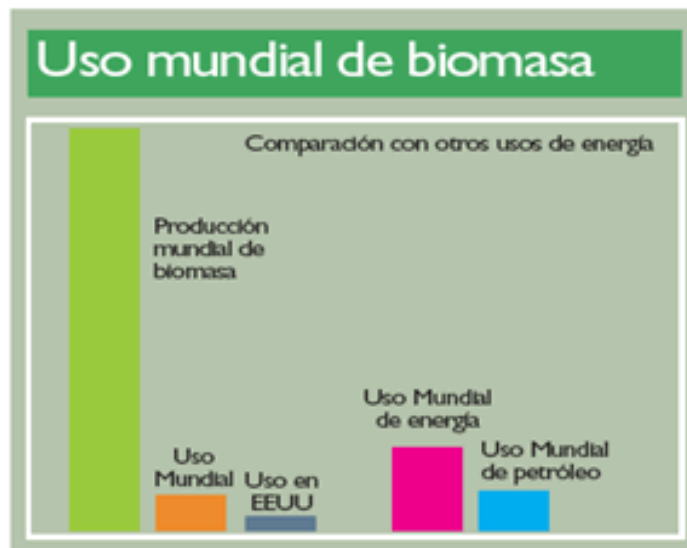
**4.2.3 Recurso de biomasa.** La biomasa es toda sustancia orgánica renovable de origen animal y vegetal. La energía de la biomasa proviene del aprovechamiento de las características caloríficas y energéticas que estos tienen. La biomasa utiliza la energía solar para la fotosíntesis y así iniciar el proceso de energía. Esta energía absorbida se puede trasladar a otros seres vivos por medio del consumo directo. Los productos de dicha transformación, que se consideran residuos, pueden ser utilizados por su potencial energético.

**4.2.3.1 Energía de biomasa en el mundo.** Actualmente, la producción de biomasa a nivel mundial supera la demanda energética. “Según el documento presentado por la WBA (World Bioenergy Association), la producción de bioenergía en la actualidad (biomasa, biogás y biocarburantes) precisa de una superficie de cultivo de 25 millones de hectáreas, que abarcan el 0,20% de toda la superficie terrestre y el 0,5% de las tierras agrícolas.”<sup>26</sup>

---

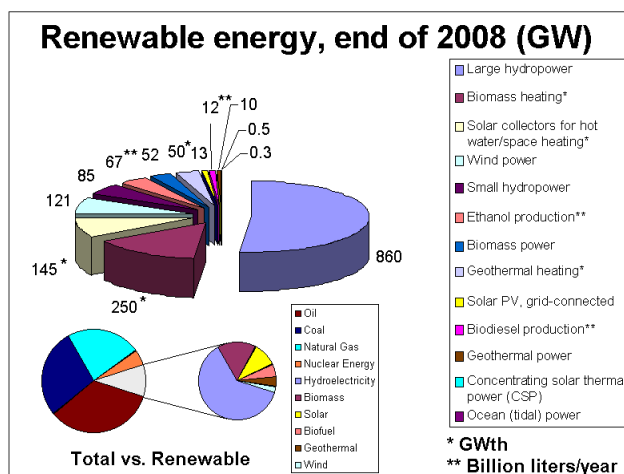
<sup>26</sup> Renewable Energy Magazine, 2010, Energía de Biomasa, *La producción mundial de bioenergía en 2050 podría abastecer el consumo total de energía*, Estados Unidos, (Web en línea), <http://www.renewableenergymagazine.com/energias/renovables/index/pag/interviews/botid/1/colright/interviews/tip/articulo/tag/Biomass/pagid/8664/title/La%20produccion%20mundial%20de%20bioenerg%C3%ADa%20en%202050%20podr%C3%ADa%20abastecer%20el%20consumo%20total%20de%20energ%C3%ADa%20/>, con acceso el 7 de marzo de 2012

Gráfico 3. Producción biomasa vs. demanda energética



A finales del año 2006, la biomasa ya era una de las principales fuentes de energía renovable, y era la principal fuente de calefacción a nivel mundial.

Gráfico 4. Producción de energía renovable final 2008 (27)



<sup>27</sup> Delphi234, 2009, Renewable Energy, *Renewable Energy, End of 2008*, (Web en Línea), <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ren2008.png>, con acceso el 7 de marzo de 2012

**4.2.3.2 Energía de biomasa en Guatemala.** Guatemala es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos naturales de tipo renovable, los cuales tienen un gran potencial energético. La fuente energética de mayor demanda en el país es la leña. La cobertura forestal del país está cerca de los 40.000 km<sup>2</sup>, o sea, un 37% de la superficie nacional, con una tasa de deforestación de 2,1% anual. Sin embargo, la cobertura natural con posibles fuentes de biomasa del terreno de Guatemala está sobre el 95% de la cobertura total, tomando en cuenta las áreas agrícolas y los pastos naturales. Más del 25% del terreno guatemalteco es dedicado a la agricultura, lo cual produce una gran cantidad de biomasa residual que se podría aprovechar de mejor manera.

El balance energético nacional muestra que en el consumo nacional de energía, la leña constituye el 63% del consumo final de energía. Le sigue en importancia el diésel con el 12%; las gasolinas representan el 8%; seguidamente están el fueloil y la electricidad con el 4% respectivamente, y finalmente el bagazo de caña y el gas propano con el 3%.<sup>28</sup>

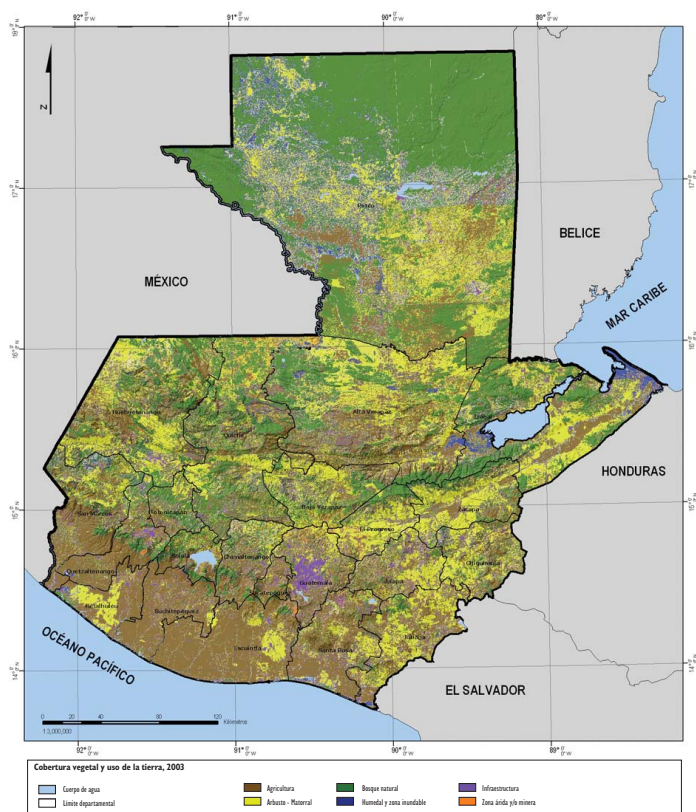
**Cuadro 3. Distribución de superficie en Guatemala, final 2006**

Grupo	Categoría	Superficie		Porcentaje
		km <sup>2</sup>	%	
Bosques	Bosque latifoliado	31,554.36	28.98	37.26
	Bosque conífero	2,496.10	2.29	
	Bosque mixto	6,316.30	5.80	
	Manglar	206.13	0.19	
Pastos naturales y arbustos	Pasto natural y/o yerbazal	9,372.84	8.61	30.58
	Arbusto-matorral	23,925.00	21.97	
Agricultura	Agricultura anual	13,579.73	12.47	27.53
	Agricultura perenne	8,735.94	8.02	
	Agricultura semiperenne	2,718.92	2.50	
	Pasto cultivado	4,381.72	4.02	
	Huerto, vivero y hortaliza	563.30	0.52	
Humedales	Humedal con bosque	1,006.80	0.93	1.84
	Humedal con otra vegetación	373.66	0.34	
	Zona inundable	623.96	0.57	
Cuerpos de agua	Lagos, lagunas, ríos, reservorios, drenaje	1,725.97	1.59	1.59
Infraestructura	Centros poblados	1,082.95	0.99	1.08
	Otros	95.66	0.09	
Zonas áridas y mineras	Arena, playa, roca expuesta, minas descubiertas y otros	129.66	0.12	0.12
<b>Total</b>		<b>108,889.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: MAGA, 2006

<sup>28</sup> Food & Agriculture Organization, 2008, Consumo energético en Guatemala, *Guatemala*, (Web en Línea), <http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s0w.htm>, con acceso el 7 de marzo de 2012

**Imagen 18. Mapa de usos de suelo en Guatemala, final 2003**



### 4.3 Desarrollo de proyectos verdes

Además de las fuentes de producción energética a nivel mundial, existen diferentes métodos de construcción y desarrollo de la arquitectura para el ahorro de energía y aprovechamiento de los recursos naturales de la ubicación del proyecto.

**4.3.1 Diseño bioclimático.** El diseño o arquitectura bioclimática es el interés del hombre de promover la arquitectura que de una respuesta positiva e integrada al ambiente exterior y el clima. Esta trata de optimizar la relación hombre-clima por medio de las formas arquitectónicas. Este proceso debe de tomar en cuenta distintas etapas, desde la toma de datos dependiendo la ubicación del terreno y el uso de la estructura para

propuestas que aporten algo positivo al medio ambiente. El proceso adecuado para un buen diseño, consiste en seleccionar de forma cualitativa las soluciones buenas e intentar solucionar los problemas que se pueden presentar. Es importante también tomar en cuenta los datos cuantitativos de las soluciones en la propuesta por el cambio en los costos y de esta manera presentarle al cliente una relación en la inversión que hará contra el ahorro que verá.

La arquitectura bioclimática es regionalista, esto quiere decir que se debe adecuar a cada lugar, con una adaptación al clima, la cultura y el entorno en el cual va a estar ubicada la edificación. Se deben tomar en cuenta también los vientos, el soleamiento, la latitud y los recursos existentes en el lugar.

La arquitectura bioclimática tiene como principal objetivo balancear térmicamente los espacios de los que se compone una edificación, evitando el sobrecalentamiento en verano, o el enfriamiento en invierno, mediante adecuados diseños, que para cada sitio tendrán características propias.

Esta intenta aprovecharse del clima y las condiciones del entorno con el propósito de aprovechar mejor las condiciones del confort térmico en la edificación, por medio del diseño y de los elementos arquitectónicos. El concepto ha evolucionado con el tiempo hasta convertirse en una arquitectura y construcción sostenible. Con propuestas con uso de materiales reutilizables, o la domótica, que da resultados sumamente interesantes.

**4.3.2 Arquitectura sostenible.** La arquitectura sostenible es la que se preocupa por el impacto ambiental de todos los procesos que se toman en cuenta en un proyecto arquitectónico. Se debe de analizar los siguientes puntos:

- Los materiales de construcción para que no produzcan daños al entorno, siendo estos contaminante o que consumen un alto porcentaje de energía en su instalación.
- También se deben de tomar en cuenta las técnicas de construcción, para que no produzcan un alto deterioro ambiental.
- Es importante la ubicación de la vivienda, su impacto en el entorno, el consumo de energía, el reciclaje de materiales, entre otros.

El diseño de la arquitectura sostenible tiene como fundamento lo siguiente:

- El ecosistema en el que se encuentra.
- Sistemas energéticos de ahorro.
- Materiales de construcción.
- Reducción, reciclaje y reutilización de residuos.
- Movilidad.

Una arquitectura sostenible es la que garantiza el máximo nivel de bienestar de los ciudadanos, que al mismo tiempo posibilite el mayor grado de bienestar y desarrollo para las generaciones futuras, integrándolo de la forma más adecuada a los ciclos de la naturaleza.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Escalón Valiente, Ana Gabriela. 2012, *Diseño sostenible y Arquitectura Sostenible*. Tesis, Universidad del Istmo de Guatemala, pag. 16

## V. Marco práctico

### 5.1 Antecedentes al proyecto

En la República de Guatemala hay tres principales proveedores de energía, Distribuidora de Electricidad de Oriente S.A., Distribuidora de Electricidad de Occidente S.A. y la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.; DEORSA, DEOCSA y EEGSA respectivamente. Estas son las empresas responsables de la distribución y líneas de electricidad en todo el terreno de Guatemala. La distribución de las regiones y la decisión de estas la dio el INDE cuando en 1998 necesitaban ampliar la red eléctrica y Unión Fenosa ganó con su propuesta, creando así DEORSA y DEOCSA. En el presente año, esta empresa pasó a llamarse ENERGUATE, siendo una combinación de las empresas DEORSA y DEOCSA.

**5.1.1 Precio del kWh en Guatemala.** Actualmente hay un costo de energía diferente para cada una de las regiones, a continuación se describen las tasas dependiendo la región y el consumo de energía que se tenga en dichas áreas. La tasa de cambio utilizada es la tasa del día 30 de julio de 2012, según el Banco de Guatemala. US\$ 1 = GTQ 7.83768

**Tabla 1. Costo energético en GTQ y US\$ por kWh en las tres regiones de Guatemala**

EEGSA		
kWh	GTQ	US\$
0-50	GTQ0.50	\$0.06
50-100	GTQ0.75	\$0.10
101-300	GTQ1.55	\$0.20
>300	GTQ1.83	\$0.23

DEOCSA		
kWh	GTQ	US\$
Regulada	GTQ1.68	\$0.21
No Regulada	GTQ1.74	\$0.22

Continuación Tabla 1

DEORSA		
kWh	GTQ	US\$
Regulada	GTQ1.74	\$0.22
No Regulada	GTQ1.82	\$0.23

Puesto que en esta tesis se está tomando como base un consumo energético mayor a 300 kWh/ mes y que sería poco razonable proponer matrices energéticas para proyectos de menor consumo por el costo de la inversión inicial, se utilizarán estos datos para los futuros análisis. El principal objeto de esta tesis son hogares medianos – grandes, con la posibilidad de aplicar estos principios a pequeñas empresas e industrias con los respectivos cálculos y el desarrollo de circuitos eficientes.

**5.1.2 Contadores eléctricos.** Los contadores son dispositivos que miden el consumo de energía eléctrica de un sistema consumidor. Los contadores registran el incremento en el consumo de kWh por el sistema y se obtiene la diferencia entre la medición anterior y la actual para obtener el consumo mensual.

**5.1.2.1 Contadores eléctricos bidireccionales.** Actualmente existen contadores bidireccionales que tienen la facultad de registrar de forma negativa o decremento en la medición, cuando el sistema, en cierto momento, produce más energía de la que consume. Estos sistemas bidireccionales funcionan en los sistemas de matrices energéticas para pequeños proyectos porque anulan la necesidad de un sistema almacenador, por lo que no habrá que incurrir en este costo de compra ni mantenimiento. Se utilizará este sistema en el proyecto propuesto en esta tesis.

## 5.2 Selección de un equipo solar según aspectos económicos

En el mundo entero existen muchos tipos, marcas, diseños y componentes de los equipos solares fotovoltaicos y térmicos. Estos equipos tienen la ventaja que se colocan en el techo de una vivienda, tienda o proyecto, se instalan e inician la producción de energía. Estos equipos no causan contaminación visual, auditiva y mucho menos física. Por motivos de economía y factibilidad del proyecto se estarán utilizando los equipos encontrados en el mercado local.

**5.2.1 Paneles solares en el mercado local.** Dentro de la gran variedad, capacidad de producción y características de los generadores solares a nivel mundial, se tomaron tres modelos distribuidos localmente para el análisis comparativo de estos. Estos modelos se consiguieron con tres empresas diferentes: ENYSOL S.A., SADEESA y DEPRO.

Las fichas técnicas, especificación de potencia y características de los paneles, fueron dadas por los distribuidores. Los paneles cotizados y encontrados en el mercado local son producidos mundialmente, demostrando que esta tecnología esta desarrollándose mundialmente y puede llegar a ser una solución mundial a la crisis energética. A continuación se muestra un listado de los equipos solares.

**Cuadro 4. Listado de paneles solares y sus características**

PANELES SOLARES				
	Isofoton ISF-240/20	Solon Blue 240/01	Trina 240/24	EOS POWER 250w
kWh max	2.63306	2.63219	2.63095	2.76015
kWh min	2.23690	2.23616	2.23511	2.34487
kWh promedio	2.43332	2.43251	2.43136	2.55076

Con estos modelos de paneles solares, se realizarán unos análisis económicos, tomando en cuenta sus características individuales y las características del entorno que las rodean. De esta manera se podrán obtener los resultados reales de producción mensual de potencia, eficiencia real, costo actualizado y relación de Costo/Beneficio. Los estudios se harán para demostrar la factibilidad y los beneficios que se obtienen de utilizar estos equipos.

**5.2.2 Calentadores solares en el mercado local.** Dentro de la gran variedad, capacidad de producción y características de los diferentes calentadores a nivel mundial, en Guatemala se venden la mayoría de estos equipos para uso doméstico. En Guatemala se consumen aproximadamente 46 kWh por persona en un mes para calentar agua. Este consumo se da porque una persona de clase social alta consume aproximadamente 50 lts de agua al día. Hoy en día la distribución y venta de calentadores solares en Guatemala se ve incrementada por la demanda y la demostración del ahorro que estos sistemas ofrecen a los usuarios. Dentro de las empresas distribuidoras de calentadores de agua solares se encuentran: PRISMA HIDRÁULICA, SOLAR y VIDA CÓMODA.

Se les solicitó a los proveedores que entregaran las fichas técnicas y una detalle de los beneficios de los calentadores para observar y comparar los beneficios que ofrecen los calentadores solares. A continuación se muestra un listado de las mejores opciones de calentadores solares disponibles en el mercado local.

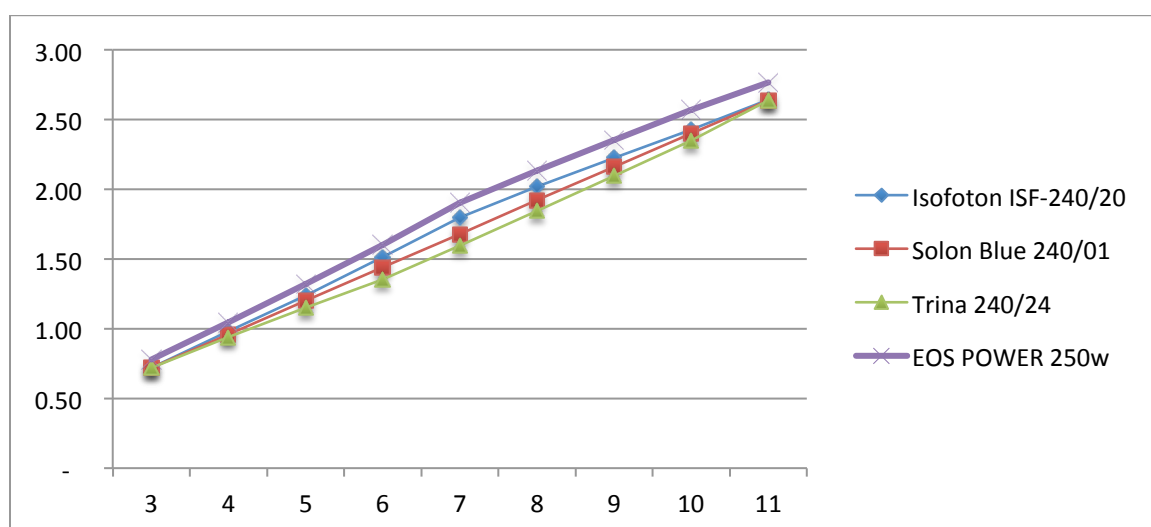
**Cuadro 5. Listado de calentadores de agua solares y sus precios**

<b>Modelo</b>	<b>Cap (gal)</b>	<b>Costo (GTQ)</b>	<b>Costo (US\$)</b>
Sun Max 40	40.00	GTQ7,735.50	\$986.96
Sun Max 53	53.00	GTQ9,190.50	\$1,172.60
Sun Max 66	66.00	GTQ10,429.50	\$1,330.69
Sun Max 80	80.00	GTQ11,375.50	\$1,451.39
Csol TZ-24/1.8 PI 240 L	63.40	GTQ7,130.00	\$909.71
Csol TZ-24/1.8 PI 240 L CI	63.40	GTQ7,590.00	\$968.40
Csol TZ-26/1.8 PCD 270 L CI	71.33	GTQ14,440.00	\$1,842.38

Con estos modelos de calentadores de agua solares, se realizarán los estudios económicos con la casa modelo de consumo para su evaluación de Costo/Beneficio y la factibilidad de ahorro con la instalación de estos equipos. Los estudios económicos de estos equipos se basarán en las fichas técnicas y descripción proporcionada por el proveedor y se comparará con el consumo de un calentador de cilindro con un costo aproximado de Q2,895.00.

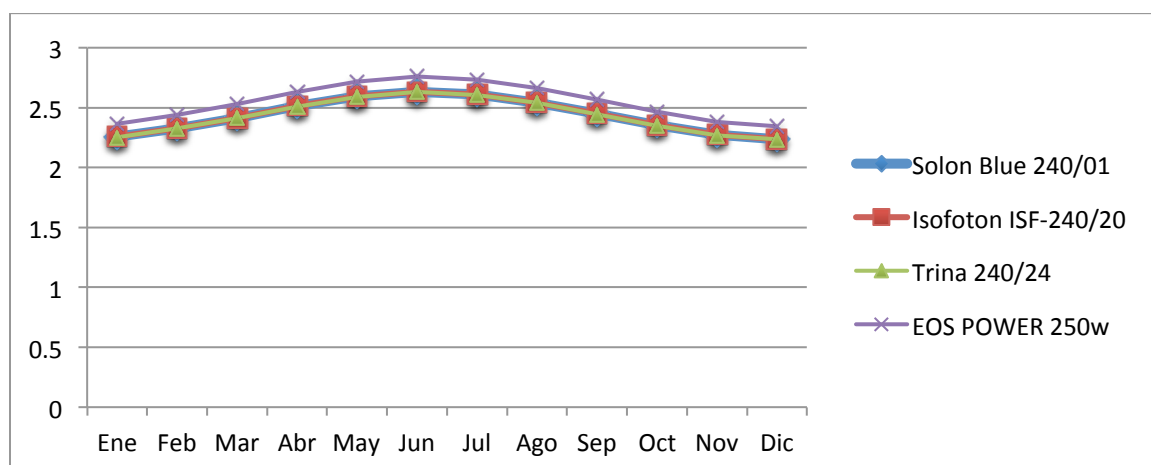
**5.2.3 Generación y eficiencia de los paneles solares.** En la siguiente gráfica se muestra la generación energética de cada uno de los paneles solares según sus características técnicas y detalles proporcionados por los distribuidores. Se puede observar que todos los modelos producen una cantidad similar de energía. Se hace notar que la tecnología de energía solar fotovoltaica ya está produciendo e impactando en la economía mundial y todos los modelos cumplen con las especificaciones básicas para este desarrollo. En el tema de producción, el modelo Isofoton ISF-240/20 es el que más produce, pero este no es el único factor a tomar en cuenta para la toma de decisión final.

**Gráfico 5. Producción energética solar fotovoltaica vs. horas de luz al día**



El siguiente análisis fue realizar una gráfica de producción individual dependiendo del mes y la cantidad de horas de exposición al Sol. Para este análisis, se tomaron las horas de sol en los diferentes meses del año en la Ciudad de Guatemala. A estas horas se les restaron 2 horas, una en la mañana y una en la noche, donde el sol no produce energía en los paneles porque es muy tenue. Así mismo es una manera conservadora de analizar los paneles y poder incorporar y absorber imprevistos de variación. La siguiente gráfica muestra la producción diaria energética de los paneles a lo largo de un año.

**Gráfico 6. Producción diaria vs. meses del año**



**5.2.4 Precios y vida útil del sistema solar fotovoltaico.** Según los distribuidores y las fichas técnicas de los equipos solares fotovoltaicos, la vida útil de un panel solar es de 20 años. Todos los modelos propuestos en este trabajo de graduación cumplen con las características de garantía mínima de 20 años de producción y correcto funcionamiento. En la siguiente tabla, se muestran el listado de precios y las cualidades específicas de cada uno de los paneles solares.

**Cuadro 6. Detalle de producción de los sistemas solares fotovoltaicos**

<b>DETALLE SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES SOLARES</b>				
<b>Modelo de panel</b>	<b>Isofoton ISF- 240/20</b>	<b>Solon Blue 240/01</b>	<b>Trina 240/24</b>	<b>EOS POWER 250w</b>
Inversión Inicial	\$620.00	\$1,005.00	\$770.00	\$842.09
kWh/mes max	78.9919	78.9658	78.9284	82.8044
kWh/mes min	67.1071	67.0849	67.0532	70.3460
kWh/mes prom	72.9995	72.9753	72.9408	76.5227

**5.2.5 Análisis económico solar fotovoltaico.** Para determinar la factibilidad económica de la adquisición de un equipo solar fotovoltaico, se tomaron en cuenta las cualidades de producción, precios de la energía eléctrica en Guatemala, fondos de inversión como posible fuente económica y la vida económicamente útil del sistema. Se toma en cuenta únicamente los años de garantía de producción, debido que es el análisis más conservador. Para este análisis y como factor de seguridad en el análisis económico se tomarán los peores casos de producción en un año. Debido a que el factor de seguridad se está tomando como el valor mínimo anual, se reducirán únicamente 2 horas de luz al día.

Para el análisis de los sistemas solares se exponen en el siguiente cuadro todos los detalles de costo, producción, ahorro mensual. Para el análisis económico, se tomó el mejor caso posible de una inversión a largo plazo, teniendo una tasa de interés anual de 7%. Se tiene que tomar en cuenta que todos los modelos tienen una producción similar, pero tenemos que ver que el costo varía significativamente entre ellos. Esto hace que los modelos a tomar en cuenta sean los Isofoton ISF-240/20 y el EOS Power 250w.

**Cuadro 7. Listado de sistemas solares fotovoltaicos y su análisis económico**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO SOLAR FOTOVOLTÁICO</b>				
<b>Modelo de panel</b>	<b>Isofoton ISF-240/20</b>	<b>Solon Blue 240/01</b>	<b>Trina 240/24</b>	<b>EOS POWER 250w</b>
Inversión Inicial	\$620.00	\$1,005.00	\$770.00	\$842.09
Costo a 20 años	\$2,399.20	\$3,889.03	\$2,979.66	\$3,258.61
Costo mensual	\$10.00	\$16.20	\$12.42	\$13.58
kWh/mes max	78.9919	78.9658	78.9284	82.8044
kWh/mes min	67.1071	67.0849	67.0532	70.3460
Ahorro/mes max	\$18.44	\$18.44	\$18.43	\$19.33
Ahorro/mes min	\$15.67	\$15.66	\$15.66	\$16.42

### **5.2.5.1 Fórmulas utilizadas en el análisis económico solar fotovoltaico**

**Fórmula de trabajo**      $W = A * V$

Tomando los datos de las tablas de los fabricantes, se puede calcular el potencial de trabajo de cada uno de los paneles solares. Al dividir este número dentro de mil se obtiene el número en kW. Este dato por el número de horas de incidencia de luz da como resultado kWh producidas en un día

**Fórmula de trabajo en el tiempo**      $kWh = \frac{A*V*t}{1000}$

Teniendo esta fórmula se pueden calcular la producción energética de cada uno de los paneles dependiendo el mes en el que se encuentra. Una vez calculada la producción, se tomará el valor mínimo anual como factor de seguridad y este se utilizará para los 20 años de vida útil del sistema.

**5.2.6 Análisis económico solar térmico.** Con base en las capacidades necesarias para los habitantes que estarán en la casa modelo, se tomarán en cuenta únicamente los modelos superiores a 60 galones o 225 litros. Al igual que en los paneles solares, se tomarán 20 años como vida útil, puesto que es el tiempo que tienen la garantía. Así mismo, el análisis económico se hizo con una tasa de interés del 7%, en una inversión a plazo fijo de 20 años. De este análisis, los únicos modelos disponibles son los presentados en la siguiente tabla.

**Cuadro 8. Listado de sistemas solare térmicos y su análisis económico**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO</b>			
Modelo de calentador	Sun Max 66	Csol TZ-24/1.8 PI 240 L	Csol TZ-24/1.8 PI 240 L CI
Inversión Inicial	\$1,330.69	\$909.71	\$968.40
Costo a 20 años	\$5,149.34	\$3,520.28	\$3,747.40
Costo mensual	\$21.46	\$14.67	\$15.61
Ahorro kWh/mes	230.00	230.00	230.00
Ahorro/mes max	\$53.70	\$53.70	\$53.70

### 5.2.6.1 Fórmulas utilizadas en el análisis económico solar térmico

$$\text{Fórmula de trabajo} \quad W = A * V$$

Tomando los datos de las tablas de los fabricantes, se calculó el consumo de un calentador de cilindro estándar frecuentemente utilizado en viviendas de este tipo. Al dividir este número dentro de mil se obtiene el valor del consumo en kW.

$$\text{Fórmula de trabajo en el tiempo} \quad kWh = \frac{A*V*t}{1000}$$

Teniendo esta fórmula se pueden calcular el consumo energético del calentador de cilindro en un mes. Dado que los calentadores solares solo varían en su capacidad de almacenaje, no cambiará el detalle del consumo y el ahorro será constante para todos.

**5.2.7 Relación costo/beneficio de los equipos solares.** Para tomar una decisión final, se debe comparar la relación Costo/ Beneficio de los sistemas solares fotovoltaico y térmico. Este modelo muestra el verdadero beneficio y ahorro en una relación directa. La fórmula utilizada para calcular esta relación es:

$$\text{Relación} \frac{C}{B} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}}$$

Para que esta relación sea favorable, debe de ser menor a 1, puesto que significa que el beneficio es mayor que el costo. Mientras el costo se acerque más a 0, mejor será la relación B/C y será un sistema más útil y su inversión inicial se recuperará en menor tiempo.

**Cuadro 9. Análisis de relación C/B de sistemas solares fotovoltaicos**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO SOLAR</b>				
Modelo de panel	<b>Isofoton ISF-240/20</b>	<b>Solon Blue 240/01</b>	<b>Trina 240/24</b>	<b>EOS POWER 250w</b>
Inversión Inicial	\$620.00	\$1,005.00	\$770.00	\$842.09
Costo a 20 años	\$2,399.20	\$3,889.03	\$2,979.66	\$3,258.61
Costo mensual	\$10.00	\$16.20	\$12.42	\$13.58

**Continuación Cuadro 9. Análisis de relación C/B de sistemas solares fotovoltaicos**

Modelo de Panel	<b>Isofoton ISF-240/20</b>	<b>Solon Blue 240/01</b>	<b>Trina 240/24</b>	<b>EOS POWER 250w</b>
kWh/mes min	67.1071	67.0849	67.0532	70.3460
<b>Relación C/A</b>	<b>0.64</b>	<b>1.03</b>	<b>0.79</b>	<b>0.83</b>

Observando el cuadro anterior y las relaciones C/B, se toma como mejor opción el panel solar Isofoton ISF-240/20. Este sistema solar fotovoltaico, tiene un tiempo de retorno de la inversión inicial de 4 años en el peor de los casos.

Pasando al sistema solar térmico, la mejor opción es el CSOL TZ-24/1.8 PI 240 L CI, puesto que tiene una relación costo beneficio muy baja y tiene tecnología más avanzada que los otros dos equipos mostrados, puesto que tiene un sistema de Control Inteligente (CI) que regula la temperatura y activa un sistema eléctrico en caso de tener una falta de agua caliente en la casa modelo. Este equipo sólo representa un costo de \$0.94/ mes que su sistema gemelo sin CI, dándole una plusvalía significativa.

**Cuadro 10. Análisis de relación C/B de sistemas solares térmicos**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO</b>			
Modelo de calentador	<b>Sun Max 66</b>	<b>Csol TZ-24/1.8 PI 240 L</b>	<b>Csol TZ-24/1.8 PI 240 L CI</b>
Costo mensual	\$21.46	\$14.67	\$15.61
Ahorro/mes max	\$53.70	\$53.70	\$53.70
<b>Relación C/B</b>	<b>0.40</b>	<b>0.27</b>	<b>0.29</b>

### 5.3 Selección de un equipo eólico según aspectos económicos

En la actualidad, hay muchos tipos de aerogeneradores que varían en diseño, forma, capacidad de producción y tamaños. Los aerogeneradores pequeños que son los planteados para utilizar en una casa particular como fuente de energía tienen más limitantes y son menos eficientes que los equipos macro que hay en el mercado. Se deben de tomar en cuenta los diferentes diámetros y velocidades de arranque de cada equipo al momento de tomar una decisión.

**5.3.1 Aerogeneradores en el mercado local.** En el mercado local, los aerogeneradores no son tan comunes como lo son los paneles solares y los calentadores solares. Esto significa que reducidas empresas son proveedoras de estos equipos y ninguna empresa local produce aerogeneradores para proyectos de pequeña demanda. La empresa SOUTHWEST WINDPOWER es una empresa estadounidense que provee aerogeneradores pequeños a Guatemala a través de la empresa SOLUCIONES ENERGÉTICAS. Otra empresa que importa equipos eólicos a Guatemala es SADEESA, aunque esta empresa solo provee equipos eólicos por pedido específico, aumentando los costos.

Las empresas proveedores compartieron las fichas técnicas y las especificaciones que tienen los aerogeneradores para poder hacer todos los análisis económicos y técnicos que influyen en la toma de decisión final. Dentro de los equipos que se encuentran en Guatemala están:

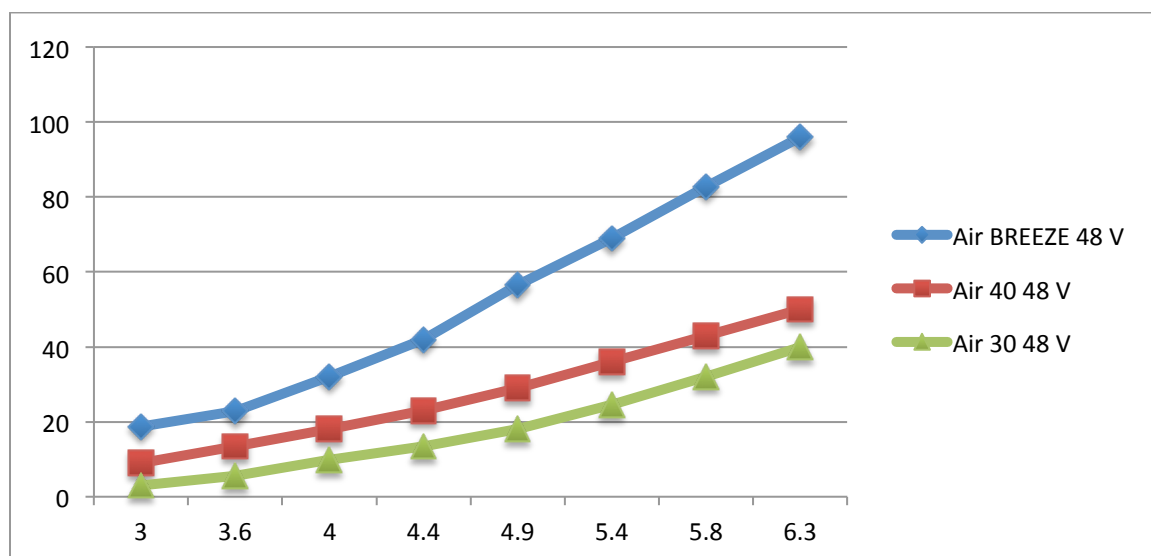
**Cuadro 11. Listado de aerogeneradores y sus características**

<b>AEROGENERADORES</b>			
<b>Modelo</b>	Air 30 48 V	Air 40 48 V	Air BREEZE 48 V
Radio de rotor (m)	0.58	0.61	0.61
Vel de arranque (m/s)	3.58	3.10	3.10

Tomando en cuenta las velocidades de arranque, los diámetros y las capacidades de producción, se harán los análisis técnicos y económicos para soportar e invertir en un equipo de energía renovable a base del viento. Se tomarán las últimas mediciones de velocidades de viento según la Ciudad de Guatemala, siendo estas las más confiables por su continuidad y la adquisición de equipos más exactos de medición.

**5.3.2 Generación y eficiencia de los aerogeneradores.** En la siguiente gráfica se muestra la producción de los aerogeneradores, dependiendo la velocidad del viento y la relación directa de eficiencia que estos tienen al aumentar la velocidad del viento. Esta gráfica se generó a partir de las curvas de eficiencia entregadas por el proveedor, y muestra las velocidades de viento promedio que se encuentran en la Ciudad de Guatemala a lo largo del año.

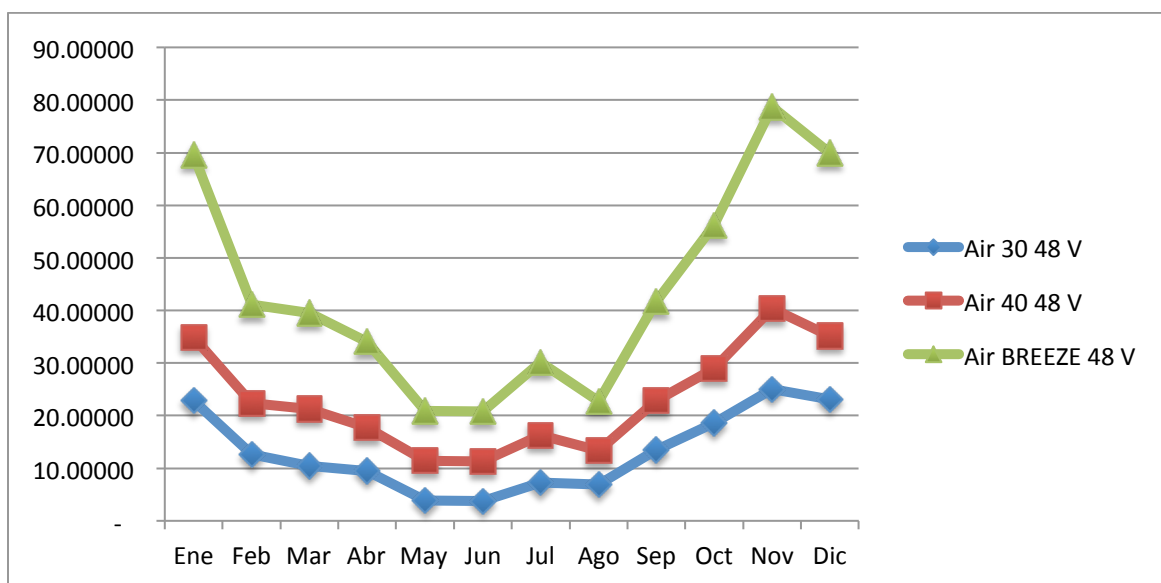
**Gráfico 7. Producción energética eólica vs velocidad del viento**



Como se puede ver en la gráfica anterior, el aerogenerador AIR BREEZE 48 V es la mejor opción produciendo cerca del doble de energía que el siguiente modelo de

aerogeneradores. El siguiente análisis fue realizar una gráfica de producción individual de cada uno de los paneles solares, dependiendo de las velocidades de viento que se ven en la Ciudad de Guatemala, puesto que estas serán las velocidades de generación en un año.

**Gráfico 8. Producción de los aerogeneradores en los diferentes meses del año.**



**5.3.3 Precios y vida útil del sistema.** Observando la información proveída por los distribuidores y las fichas técnicas de los aerogeneradores, la vida útil de un panel solar es de 20 años. Dado que todos los equipos provienen de la misma empresa productora, la garantía y el alcance de la misma es igual para todos los equipos. Se puede observar en la siguiente tabla que al ir aumentando la capacidad de producción, el precio del equipo también va aumentando.

**Cuadro 12. Listado de aerogeneradores y sus precios**

AEROGENERADORES			
Modelo	Air 30 48 V	Air 40 48 V	Air BREEZE 48 V
Precio unitario	\$1,149.00	\$1,295.00	\$1,595.00

**5.3.4 Análisis económico eólico.** Para determinar la factibilidad económica de los aerogeneradores, se tomaron en cuenta las cualidades y cantidades de producción, precios de la energía eléctrica en Guatemala, fondos de inversión como posible alternativa de inversión económica y la vida útil de los equipos. Se toman en cuenta únicamente los años de vida útil, debido a que es el análisis más conservador. Con el fin de hacer un análisis más conservador y poner la peor opción de inversión, se tomaron los vientos más leves en el año y una vida útil de 20 años. Es importante mencionar que al observar el detalle de velocidades de viento, se ve que en los meses de mayo y junio, las velocidades de viento se acercan mucho a las velocidades de arranque del aerogenerador.

En el siguiente cuadro de detalle se exponen todos los detalles de costo, producción, ahorro mensual. Para el análisis económico, se tomó el mejor caso posible de una inversión a largo plazo, teniendo una tasa de interés anual de 7%. Se tiene que tomar en cuenta que los modelos tienen una significativa variación en precio y producción energética, haciendo este análisis muy sensible a la variación de producción.

**Cuadro 13. Listado de aerogeneradores y sus análisis económico**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO EÓLICO</b>			
Modelo del aerogenerador	Air 30 48 V	Air 40 48 V	Air BREEZE 48 V
Inversión inicial	\$1,149.00	\$1,295.00	\$1,595.00
Costo a 20 años	\$4,446.27	\$5,011.24	\$6,172.15
Costo Mensual	\$18.53	\$20.88	\$25.72
kWh/mes max	750.3125	1210.9583	2362.0500
kWh/mes min	113.0000	339.0000	624.1600
Ahorro por mes max	\$175.19	\$282.74	\$551.51
Ahorro por mes min	\$26.38	\$79.15	\$145.73

### 5.3.4.1 Fórmulas utilizadas en el análisis económico

**eólico.** En el caso de los aerogeneradores Air 30 48V y Air 40 48V las gráficas de producción ya están en kWh, por lo que solo se debe ubicar el valor en la gráfica y obtener el valor de producción.

$$\text{Fórmula de trabajo} \quad Wh = Ah * V$$

Tomando los datos de las tablas y gráficas del fabricante del aerogenerador Air BREEZE 48 V, se puede calcular el potencial de trabajo de este dependiendo la velocidad de viento. Al dividir este número dentro de mil se obtiene el número en kWh.

$$\text{Fórmula de trabajo en el tiempo} \quad kWh = \frac{A*V*t}{1000}$$

Teniendo esta fórmula se pueden calcular la producción energética de cada uno de los aerogeneradores dependiendo el mes en el que se encuentra. Una vez calculada la producción mensual, se tomará el valor mínimo anual como factor de seguridad y este se utilizará para los 20 años de vida útil del sistema.

**5.3.5 Relación costo/beneficio aerogeneradores.** Como último análisis para la toma de la decisión final, se debe de comparar la relación Costo/ Beneficio de los sistemas eólicos. Este modelo muestra el verdadero beneficio y ahorro en una relación directa. Al igual que para los sistemas solares, la fórmula utilizada para calcular esta relación es:

$$\text{Relación} \frac{C}{B} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}}$$

Cuadro 14. Análisis de relación C/B de los aerogeneradores

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO EÓLICO</b>			
Modelo de aerogenerador	Air 30 48 V	Air 40 48 V	Air BREEZE 48 V
Inversión Inicial	\$1,149.00	\$1,295.00	\$1,595.00
Costo a 20 años	\$4,446.27	\$5,011.24	\$6,172.15
Costo mensual	\$18.53	\$20.88	\$25.72
Ahorro por mes	\$26.38	\$79.15	\$145.73
<b>Relación C/B</b>	<b>0.70</b>	<b>0.26</b>	<b>0.18</b>

Observando el cuadro anterior y las relaciones C/B, se toma como mejor opción el aerogenerador Air BREEZE 48 V. Este sistema es significativamente superior a los otros dos aerogeneradores y su costo no incrementa proporcionalmente a la capacidad de producción. Los sistemas eólicos tienen una mejor relación C/B que los sistemas solares, pero estos sistemas pueden incomodar a las personas vecinas del proyecto por no ser estéticamente atractivos para todos. Así mismo un sistema eólico no puede estar muy cerca de otro puesto que se pueden dañar entre sí o variar las corrientes de viento y reducir la producción individual.

## 5.4 Selección de un equipo de biomasa según aspectos económicos

La tecnología de biomasa se ha desarrollado como una de las principales fuentes de energía a lo largo de la historia de la humanidad. A pesar de esto, sólo recientemente se empezó a utilizar esta tecnología en proyectos y recursos de pequeña demanda para la producción de energía eléctrica. En los últimos años en los países más desarrollados se ha iniciado la búsqueda de desarrollar equipos con la capacidad de utilizar biomasa para la producción de calor y simultáneamente energía eléctrica. Se tomarán en cuenta las especificaciones técnicas, capacidades de producción y costo del equipo para el análisis de factibilidad de estos equipos en una casa particular en Guatemala.

**5.4.1 Equipos de biomasa en el mercado local.** Actualmente no hay ningún proveedor ni distribuidor que traiga estos equipos a Guatemala. Esto causó que se tuviera que buscar equipos eficientes, compactos y confiables en el mercado mundial, buscando que su ubicación fuera cerca de Guatemala. Este es un equipo de poca demanda en Centroamérica, por lo que se tuvo que buscar tanto en Norteamérica como Sudamérica, en estas regiones, se encontraron equipos en Chile y Estados Unidos.

Una vez ubicados los proveedores de los equipos de biomasa, se comunicó con ellos para solicitar cotizaciones y las fichas técnicas de los equipos. Los proveedores entregaron la información y con base en esta, se produjo el siguiente cuadro.

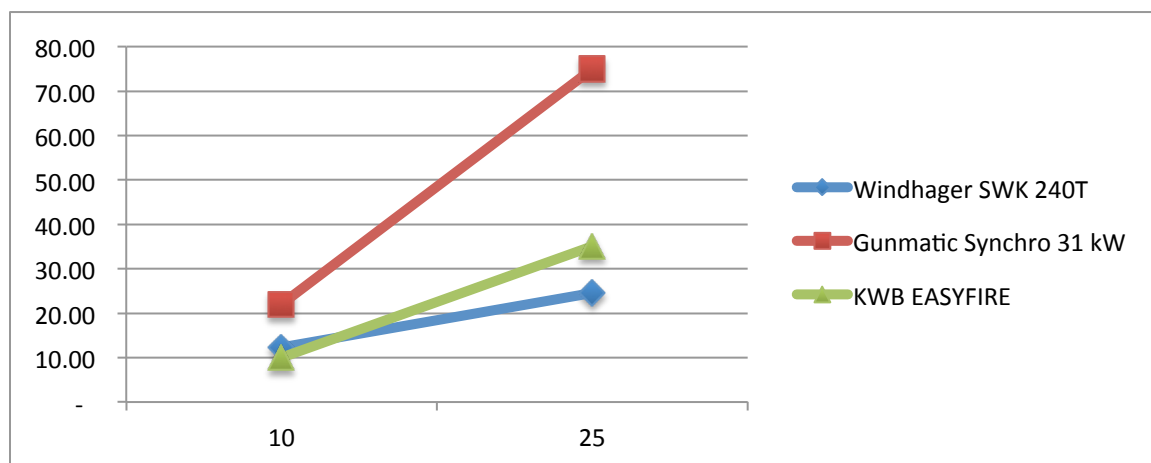
**Cuadro 15. Listado de las caldera de biomasa y sus características**

<b>CALDERAS DE BIOMASA</b>			
<b>Modelo</b>	Windhager SWK 240T	Gunmatic Synchro 31 kW	KWB EASYFIRE
kWh min	12.30	22.00	10.00
kWh max	24.60	75.00	35.00

Tomando en cuenta estas características, así como la eficiencia y costo, se harán los análisis de factibilidad de la adquisición de estos equipos. Se tomará en cuenta también la relación C/B para la toma final de la decisión.

**5.4.2 Generación y eficiencia de los equipos de biomasa.** En la siguiente gráfica se muestra la producción energética por hora de las calderas de biomasa dependiendo la cantidad de biomasa que se les introduzca en una hora. La relación de todas las calderas es lineal puesto que no varía de la cantidad de biomasa de la temperatura sino el tiempo de producción continuo. Una ventaja que tienen las calderas es que son programables para producir en momentos específicos durante el día.

**Gráfico 9. Producción energética solar eólica vs velocidad de vientos**



Dado que las calderas no son una necesidad en Guatemala por necesidad de calefacción, se considera que su producción será constante a lo largo del año. Esto es una ventaja ya que no habrá reducción de la producción mensual de dicho equipo, siendo el único que ofrece ser 100% confiable de producción a lo largo del año.

**5.4.3 Precios y vida útil del sistema.** Observando el detalle proveído por los distribuidores en las fichas técnicas, se puede observar que este equipo cuenta con una vida útil de producción de cerca de 10 años. Por motivos del proyecto, se tomarán dos modelos iguales para hacer un proyecto de 20 años y así lograr trabajar las tres fuentes de energía con el mismo tiempo de vida.

**Cuadro 16. Listado de las calderas y sus precios**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO DE BIOMASA</b>			
Modelo de caldera	Windhager SWK 240T	Gunmatic Synchro 31 kW	KWB EASYFIRE
Inversión Inicial	\$10,499.00	\$12,599.00	\$8,895.00

**5.4.4 Análisis económico a base de biomasa.** Para determinar la factibilidad económica de la instalación de una caldera a base de biomasa, se tomaron en cuenta las características y cantidades de producción, precios de la energía eléctrica en Guatemala, otras posibles opciones de inversión y la vida útil de los equipos. Se toma en cuenta únicamente los años de vida útil, por lo que se deberán comprar dos equipos en el análisis de este trabajo para poder trabajar los tres equipos de forma equitativa y hacer los análisis en los mismos tiempos de desarrollo.

En el siguiente cuadro se exponen todos los detalles de los sistemas de generación a base de biomasa de costo, producción mensual, ahorro mínimo mensual. Para la comparación económica, se tomó el mejor escenario posible caso de una inversión a largo plazo, teniendo una tasa de interés anual de 7%. Se tiene que tomar en cuenta que los modelos tienen una significativa variación en precio y producción energética. Un punto importante a tomar en cuenta es el consumo mensual de materia orgánica que tienen estos equipos que implica el gasto en esta materia. Tomando el costo actual de la leña en los

diferentes puntos de venta como fincas, tiendas y supermercado, 5 libras de leña cuestan Q30.00, haciendo que se necesiten cerca de Q600.00 para hacer el correcto funcionamiento del equipo. Tomando el tipo de cambio propuesto anteriormente son \$76.55, aproximándose a \$75.00 para los cálculos a realizar.

**Cuadro 17. Listado de las calderas y su análisis económico**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO DE BIOMASA</b>			
Modelo	Windhager SWK 240T	Gunmatic Synchro 31 kW	KWB EASYFIRE
Inversión Inicial	\$10,499.00	\$12,599.00	\$8,895.00
Costo a 20 años	\$59,929.80	\$71,916.90	\$50,773.94
Costo mensual	\$249.71	\$299.65	\$211.56
Inversión mensual	\$75.00	\$75.00	\$75.00
kWh/mes max	738.0000	2250.0000	1050.0000
kWh/mes min	369.0000	660.0000	300.0000
Ahorro por mes	\$86.16	\$154.10	\$70.05

**5.4.5 Relación costo/beneficio equipo de biomasa.** Como último análisis, al igual que con los otros dos equipos, se hará el análisis de relación Costo/Beneficio de las calderas de biomasa para tomar una decisión final. Este modelo muestra el verdadero beneficio y si es realmente beneficioso adquirirlo en una relación directa. Al igual que para los sistemas solares y eólicos, la fórmula utilizada para calcular esta relación es:

$$Relación \frac{C}{B} = \frac{Costo}{Beneficio}$$

**Cuadro 18. Análisis de relación C/B de las calderas de biomasa**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO DE BIOMASA</b>			
Modelo	Windhager SWK 240T	Gunmatic Synchrono 31 kW	KWB EASYFIRE
Inversión Inicial	\$10,499.00	\$12,599.00	\$8,895.00
Costo a 20 años	\$59,929.80	\$71,916.90	\$50,773.94
Costo mensual	\$249.71	\$299.65	\$211.56
Inversión mensual	\$75.00	\$75.00	\$75.00
kWh/mes max	738.0000	2250.0000	1050.0000
kWh/mes min	369.0000	660.0000	300.0000
Ahorro por mes	\$86.16	\$154.10	\$70.05
<b>Relación C/A</b>	<b>3.77</b>	<b>2.43</b>	<b>4.09</b>

Observando la cuadro anterior y las relaciones C/B, se toma como mejor opción la caldera de biomasa Gunmatic Synchrono 31 kW. Este sistema es significativamente superior a los otros dos. y su costo no incrementa proporcionalmente a la capacidad de producción. Algo a hacer notar, es que todos los equipos de biomasa tienen una relación C/B desfavorable puesto que el costo mensual es significativamente mayor que el beneficio que se tiene. Esto sucede puesto que las calderas no están encendidas a su máximo potencial en la búsqueda de calentar el ambiente del proyecto. Estas calderas pueden ser muy útiles y tener un gran beneficio en países nórdicos y de frío puesto que igualmente hay que gastar en calefacción. Estos sistemas no sólo ofrecen una solución para reducir el costo de calefacción, sino que también en ahorro de energía por su capacidad de producción.

## 5.5 Vivienda modelo de estudio.

Para la práctica y aplicación de los equipos de energía renovable se utilizará una casa modelo real de la zona 16. De esta casa se tienen los datos de consumo energético. En base a esto se tomará el criterio y se asumirá que cinco personas viven en ella. Esta casa corresponde a una familia de clase social alta y tiene la capacidad de invertir inmediatamente en los equipos de energía renovable. El detalle de los consumos energéticos de los meses anteriores de esta familia se verán en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Consumo mensual de la familia modelo**

<b>Detalle consumo mensual</b>	
Consumo	Mes-Año
916 kWh	Mar-12
815 kWh	Feb-12
805 kWh	Ene-12
881 kWh	Dic-11
915 kWh	Nov-11
832 kWh	Oct-11
876 kWh	Sep-11
922 kWh	Ago-11
895 kWh	Jul-11
766 kWh	Jun-11
767 kWh	May-11
814 kWh	Abr-11
791 kWh	Mar-11
797 kWh	Feb-11

Observando la tabla anterior, se puede observar que el consumo mínimo se dio en el mes de junio del año 2011 cuando tuvo un consumo de 766 kWh. Así mismo, el consumo máximo es de 922 kWh en el mes de agosto del año 2011. Para realizar un estudio de factibilidad crítico, se tomará esta medida máxima para ver si los equipos producen suficiente energía para suplir la demanda de la familia.

## 5.6 Matriz energética/económica

La matriz energética se realizará a partir de los equipos con una relación C/B menores a uno. Esto se hará de esta manera puesto que son las inversiones que en el peor de los escenarios prometen recuperar la inversión inicial en un período menor a cinco años en ambos casos. Para la realización de la matriz energética, se utilizarán los equipos solar fotovoltaico, solar térmico y eólico; y se excluirá el equipo de biomasa por su costo e incapacidad de retornar la inversión inicial. En la siguiente tabla se expondrán los equipos que se utilizarán en la matriz. El recuadro se presentará por diferentes equipos y sus fuentes de energía.

**Tabla 3. Equipos considerados en la matriz, su fuente y beneficio**

<b>Equipos utilizados en la matriz energética</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Fuente</b>	<b>Beneficio</b>
Csol TZ-24/1.8 PI 240 L CI	Solar térmica	Ahorro energético
Isofoton ISF-240/20	Solar fotovoltaica	Producción energética
Air BREEZE 48 V	Eólica	Producción energética

**5.6.1 Matriz de producción energética mensual.** A continuación se hará un análisis de la producción mensual de los equipos propuestos. Para este análisis, se tomarán los datos reales de producción mensual por cada uno de los equipos basados en los

datos del INSIVUMEH. El siguiente cuadro muestra la producción mensual de cada uno de los equipos generadores de energía. Como se expresó anteriormente se estarán tomando los peores meses de producción para cada uno de los sistemas para tener un análisis más conservador y tomar una decisión en base a estos. Se tomarán 9 horas con 19 minutos para la producción solar y 3.11 m/s en las velocidades del viento para la producción eólica.

Cuadro 19. Detalle de producción energética a lo largo de un año según los equipos seleccionados

<b>RESUMEN DETALLE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA</b>				
<b>Mes</b>	<b>5 Isofoton ISF-240/20</b>	<b>1 Air BREEZE 48 V</b>	<b>TOTAL PRODUCCIÓN</b>	<b>TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL</b>
	kWh	kWh	kWh	kWh
Ene	10.16	48.69	58.84	1,824.11
Feb	10.48	28.78	39.26	1,099.40
Mar	10.86	27.63	38.49	1,193.11
Abr	11.31	23.84	35.14	1,054.31
May	11.67	14.60	26.27	814.44
Jun	11.85	14.56	26.41	792.38
Jul	11.74	21.09	32.83	1,017.86
Ago	11.43	15.87	27.31	846.53
Sep	11.02	29.20	40.22	1,206.73
Oct	10.59	39.30	49.89	1,546.47
Nov	10.23	55.11	65.34	1,960.28
Dic	10.07	48.99	59.06	1,830.72

Como se puede observar en el cuadro anterior, el equipo de mayor producción es el sistema eólico en los meses de principio y final de año. Así mismo, se puede ver que en los meses de medio año, la producción se reduce a menos de la mitad en el sistema eólico. Por otro lado, la continuidad en las horas de sol en la Ciudad de Guatemala, hacen que el equipo solar sea más constante en la producción. Este equipo es menos eficiente en producción que el equipo eólico, pero su producción es más constante a lo largo del año.

Por las características climáticas de Guatemala el mes de mayor producción es el mes de noviembre y el mes de menor producción es el mes de mayo. Se puede observar que en esta diferencia, el mes de mayo produce únicamente 40% de lo que se produce en el mes de noviembre. Se hace notar que la producción energética no será la única fuente de reducción de costos energéticos en la casa modelo.

A continuación se muestran el detalle de los cálculos de producción mensual de cada uno de los sistemas propuestos:

**Cuadro 20. Detalle de generación energética del equipo Isofotón ISF-240/20, equipo solar propuesto**

<b>Isofoton ISF-240/20</b>				
<b>Horas Efectivas</b>	<b>Amperaje</b>	<b>Voltaje</b>	<b>kW</b>	<b>kWh</b>
9.40	8.03	29.90	0.24	2.25691
9.70	8.03	29.90	0.24	2.32894
10.05	8.03	29.90	0.24	2.41297
10.47	8.03	29.90	0.24	2.51302
10.80	8.03	29.90	0.24	2.59305
10.97	8.03	29.90	0.24	2.63306
10.87	8.03	29.90	0.24	2.60905
10.58	8.03	29.90	0.24	2.54103
10.20	8.03	29.90	0.24	2.44899
9.80	8.03	29.90	0.24	2.35295
9.47	8.03	29.90	0.24	2.27292
9.32	8.03	29.90	0.24	2.23690

**Cuadro 21. Detalle de generación energética del equipo Air BREEZE 48 V, equipo eólico propuesto**

Air BREEZE 48 V							
Vel	Vel inf	Vel sup	V	Ah inf	Ah sup	kWh	Producción
5.24	4.90	5.40	24.00	2350.00	3000.00	69.55167	OK
4.28	4.00	4.40	24.00	1450.00	1750.00	41.12000	OK
4.05	4.00	4.40	24.00	1450.00	1750.00	39.47000	OK
3.94	3.60	4.00	24.00	950.00	1450.00	34.05000	OK
3.13	3.00	3.60	24.00	780.00	950.00	20.86200	OK
3.11	3.00	3.60	24.00	780.00	950.00	20.80533	OK
3.61	3.60	4.00	24.00	950.00	1450.00	30.13333	OK
3.57	3.00	3.60	24.00	780.00	950.00	22.67533	OK
4.36	4.00	4.40	24.00	1450.00	1750.00	41.72000	OK
4.88	4.60	4.90	24.00	1750.00	2350.00	56.14000	OK
5.42	5.40	5.80	24.00	3000.00	3450.00	78.73500	OK
5.27	4.90	5.40	24.00	2350.00	3000.00	69.98500	OK

**5.6.2 Matriz de ahorro energético mensual.** A continuación se hará un análisis del ahorro energético mensual de los equipos propuestos. Para este análisis, se tomarán los datos reales de producción mensual y reducción de gastos por cada uno de los equipos, basados en los datos del INSIVUMEH y las fichas técnicas entregadas por las distribuidoras de Guatemala de dichos equipos. En el siguiente cuadro se presentaran los datos conjuntos de producción y ahorro energético.

Como se puede observar en el siguiente cuadro la producción mensual es significativamente mayor que el ahorro mensual por parte del equipo solar térmico. Así mismo se hace notar que los costos de los equipos de producción y de ahorro son igual de dispares, dando una ventaja y beneficio al sistema solar térmico. Se puede observar que esta combinación de equipos de producción y ahorro dan una eficiencia de ahorro significativa.

Cuadro 22. Detalle de ahorro energético y monetario a lo largo de un año según los equipos seleccionado

<b>RESUMEN AHORRO MENSUAL</b>						
<b>Mes</b>	<b>1 Calentador Solar</b>	<b>1 Sistema solar</b>	<b>1 Sistema Eólico</b>	<b>AHORRO MENSUAL</b>	<b>AHORRO MENSUAL</b>	<b>AHORRO MENSUAL</b>
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	USD \$
Ene	200.00	304.68	1,460.59	1,965.27	458.87	
Feb	200.00	314.41	863.52	1,377.93	321.73	
Mar	200.00	325.75	828.87	1,354.62	316.29	
Abr	200.00	339.26	715.05	1,254.31	292.86	
May	200.00	350.06	438.10	988.16	230.72	
Jun	200.00	355.46	436.91	992.38	231.71	
Jul	200.00	352.22	632.80	1,185.02	276.69	
Ago	200.00	343.04	476.18	1,019.22	237.98	
Sep	200.00	330.61	876.12	1,406.73	328.45	
Oct	200.00	317.65	1,178.94	1,696.59	396.13	
Nov	200.00	306.84	1,653.44	2,160.28	504.40	
Dic	200.00	301.98	1,469.69	1,971.67	460.36	

## **5.7 Propuestas de ahorro energético**

Previo a la generación de energía en un proyecto se debe de reducir el consumo energético del mismo para reducir la demanda energética y la necesidad de producción. Existen múltiples formas de reducir el consumo energético actualmente, como el uso de bombillos LED y/o ahorradores. A continuación se proponen algunas ideas para el controlar el uso de energía en viviendas.

**5.7.1 Room master switch (interruptor principal de cuarto).** La idea de un room master switch es controlar todos los tomacorrientes y salidas de consumo energético en un cuarto. Este controla todos los puntos de salida como plafoneras, lámparas, tomacorrientes y salidas eléctricas en un cuarto. La función de este interruptor es apagarlo al momento de salir del cuarto, apagando y desactivando todos los equipos eléctricos que se dejaran de utilizar en ese momento por los habitantes de la casa y así no perder energía en los cargadores, televisiones, radios y otros equipos electrónicos conectados dentro de este cuarto, si no se necesitan.

**5.7.2 House master switch (interruptor principal de vivienda).** La idea de este interruptor es muy similar a la de un room master switch, con la idea de poder desactivar todas las terminales eléctricas cuando la persona o familia va a retirarse por un largo tiempo de la vivienda, dejando excluido de este sistema el refrigerador y el congelador. De esta manera al igual que con el room master switch, se deja de perder energía no utilizada por los habitantes de esta vivienda.

## VI Resultados

Observando los datos anteriores, se tomarán los datos de producción mensual según los análisis hechos, dado que son los datos obtenidos según los datos reales y los promedios de la información entregada por el INSUVUMEH. Los datos de ahorro se tomaron según los datos entregados y el detalle de las empresas proveedoras. Para el detalle del consumo energético no se encontró ningún patrón o tendencia según los meses presentados, por lo que se tomará el dato de consumo mensual máximo encontrado para hacer un análisis más exhaustivo y demandante de los equipos propuestos. En el siguiente cuadro se presenta un detalle de producción mensual, total de ahorro mensual y el gasto mensual de la casa modelo. Como último dato del cuadro se presenta la relación C/B en todos los meses.

**Cuadro 23. Detalle de costo/beneficio del conjunto de equipos propuesto.**

<b>RESUMEN DETALLE REALACIÓN COSTO/BENEFICIO</b>				
Mes	PRODUCCIÓN	AHORRO	GASTO	COSTO/BENEFICIO
	MENSUAL	MENSUAL	MENSUAL	
	kWh	kWh	kWh	
Ene	1824.11	1965.27	922.00	0.47
Feb	1099.40	1377.93	922.00	0.67
Mar	1193.11	1354.62	922.00	0.68
Abr	1054.31	1254.31	922.00	0.74
May	814.44	988.16	922.00	0.93
Jun	792.38	992.38	922.00	0.93
Jul	1017.86	1185.02	922.00	0.78
Ago	846.53	1019.22	922.00	0.90
Sep	1206.73	1406.73	922.00	0.66
Oct	1546.47	1696.59	922.00	0.54
Nov	1960.28	2160.28	922.00	0.43
Dic	1830.72	1971.67	922.00	0.47

Como se puede observar en el cuadro anterior, en todos los meses se tiene una relación C/B favorable, significando esto que se redujeron los costos y se está ahorrando más

energía de la que demanda el proyecto. Con estos resultados se demuestra como favorable la implementación de los sistemas de energía renovable en un proyecto de pequeña demanda.

## VII Discusión

Tomando en cuenta todos los datos y resultados obtenidos de la investigación, conversaciones con los proveedores, fichas técnicas y cotizaciones de los equipos encontrados en el mercado local y en la región, se puede asumir como favorable la inversión en equipos de energía renovable en la región de la Ciudad de Guatemala. Estas inversiones varían dependiendo el consumo del proyecto y el alcance que se le quiera dar al proyecto de generación y ahorro de energía.

Este proyecto demostró ser factible individualmente con cada uno de sus componentes, haciendo así factible la implementación del mismo por fases, creando un ahorro relativo a la inversión inicial. Se puede observar que hay diferencia en el ahorro y la relación C/B dependiendo el equipo y la fuente de energía seleccionada.

Los equipos solares aplicables a estos proyectos se dividen en dos grupos, los equipos solares térmicos y los equipos solares fotovoltaicos. Los equipos solares térmicos son significativamente más eficientes que los equipos fotovoltaicos por utilizar directamente la energía en forma de calor y no tener que pasar por pérdidas de conversión de energía. Pese a que la implementación de los equipos solares térmicos es más factible, se debe de tomar en cuenta que estos equipos no son de generación, y su uso y alcance es más limitado que el de los equipos solares fotovoltaicos.

Respecto a los equipos eólicos, son equipos de generación que varían significativamente entre sí, dando lugar a muchas opciones, aunque en Guatemala estos equipos no son muy comunes, por lo que se debe considerar como opción la importación de equipos. Estos equipos son más eficientes en producción que los solares fotovoltaicos, pero tienen un impacto visual significativamente mayor. Se debe hacer notar que en Guatemala muchas viviendas están en residenciales o condominios y el uso o implementación de equipos de generación eólico pueden tener restricciones por la imagen del condominio o residencial.

Estos equipos son los más eficientes para generación en proyectos de pequeña demanda, pero también pueden ser los que más restricciones pueden tener.

## VIII Conclusiones

Luego de haber realizado las investigaciones en las diversas fuentes bibliográficas, las conversaciones con los proveedores y distribuidores y los análisis financieros correspondientes podemos concluir que:

- Se ha propuesto una matriz energética que consiste en en fuentes renovables para el desarrollo de la vivienda modelo.
- Se presenta una base de datos de la tecnología de energía renovable disponible en Guatemala, con fichas técnicas y precios, la cual se incluye en el Anexo I
- Se encontraron parámetros de producción energética de dicha tecnología en Guatemala, proponiendo el factor de seguridad de consumo mínimo anual para controlar la factibilidad del proyecto.
- Proponer matrices energéticas que suplan la necesidad energética de diferentes proyectos, dependiendo de su funcionalidad y consumo energético.
- Proporcionar las bases para determinar los beneficios y rentabilidad de la implementación del proyecto.
- Tomando en cuenta las ventajas y desventajas medioambientales, sociales y económicas se concluye que sí es factible implementar sistemas de generación y ahorro de energía en proyectos de pequeña demanda.
- Dentro de las diferentes fuentes de generación energética para proyectos de pequeña demanda, actualmente en Guatemala son económicamente viables los sistemas solar térmico, solar fotovoltaico y eólicos.
- La ubicación geográfica de Guatemala en el globo terráqueo, hace que la constancia del viento y horas de sol, hagan factibles los proyectos eólicos y solares tomando como punto de referencia su peor producción mensual.
- La implementación de equipos de generación energética es factible independientemente.

## **IX Recomendaciones**

Para la toma de desición sobre la implementación de generación de energía en proyectos de pequeña demanda se recomienda:

- Se recomienda continuar esta investigación para ampliar el detalle los datos presentados por el INSIVUMEH, comparandolos con otras fuentes y así generar una base de datos más completa
- Se debe realizar una análisis individual y específico para cada uno de los proyectos dado que la insidencia de luz solar y vientos varía para cada proyecto y sus alrededores.
- El primer y principal sistema de ahorro sugerido es el calentador de agua solar con un sistema correcto de aislamiento para el control de temperatura.
- La generación energética se dará cuando se hayan logrado reducir los costos de consumo al mínimo posible, utilizando las propuestas de energía eólica y solar propuestas en este proyecto.
- Implementar la generación eólica dependiendo la demanda energética del proyecto por la capacidad de producción y la relación C/B.

## X Bibliografía

*Aerogenerador*, Fotografía por Paul Wagner

*Parque eólico AMAYO*, Fotografía por Paul Wagner.

Anónimo, 2009, *Situación actual de la energía de biomasa*, biomasa (Web en línea) [http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit\\_actual\\_renovables/biomasa.htm](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit_actual_renovables/biomasa.htm), con acceso el 7 de marzo de 2012

Anónimo; 2010; Energía Eólica; *Economía de la Energía*; Energía Eólica; (Web en línea) en: <http://www.economiadelaenergia.com/energia-eolica/>; (con acceso el 7 de marzo de 2011)

Anónimo; 2010; Energía Renovable; *Energía Solar Térmica*; (web en línea) en: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/energia-solar-termica/>; (con acceso el 2 de septiembre de 2011)

Anónimo; 2011; Electricidad Gratuita, *Energía Solar Fotovoltaica*; (Web en línea) en: <http://www.electricidad-gratuita.com/energia%20fotovoltaica.html>; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

Anónimo; 2011; Energía Solar; Solarweb; *Energía Solar*; (Web en línea) en: <http://www.solarweb.net/solar-fotovoltaica.php>; (con acceso el 4 de septiembre de 2011)

Anónimo; 2011; Energía Solar; Wikipedia; *Energía Solar*; (Web en línea) en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar#cite\\_ref-Smil\\_2006.2C\\_p.\\_12\\_6-0](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar#cite_ref-Smil_2006.2C_p._12_6-0); (con acceso el 29 de agosto de 2011)

Anónimo; 2011; Placas Solares, *Modulos Fotovoltaicos*; (Web en línea) en: <http://www.placa-solar.com/modulos-fotovoltaicos.html>; (con acceso el 5 de septiembre de 2011)

Anónimo; Energía Solar Térmica, *Sistemas de Baja temperatura*; (web en línea) en: <http://www.biodisol.com/energia-solar/energia-solar-termica/>; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

Argueta, L; Duarte, P; 2011, *Proyecto de Energía: Biomasa*, Proyecto de Investigación Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

Bolaños, R.M.; 2011; *Inversión para el Futuro, Megaproyectos de energía*; Prensa Libre (Guatemala); 4 de septiembre; pp 3.

Bruno O. Dalla Costa, María L. Pisarello, 2008, *Procesos de Producción de Biodiesel: Uso de Materias Primas Alternativas y de Alta Acidez*, documento en línea, en <http://www.e->

[petroquimica.com.ar/trabajos/procesos\\_de\\_produccion.pdf](http://petroquimica.com.ar/trabajos/procesos_de_produccion.pdf), con acceso el 14 de marzo de 2012.

CGC biomasa, 2009, Energía de Biomasa Sólida, *La Biomasa y la Clasificación Energética de los Edificios*, (Web en Línea),

[http://pilarpesquera.files.wordpress.com/2009/04/cat\\_010409\\_cgc\\_bio1.pdf](http://pilarpesquera.files.wordpress.com/2009/04/cat_010409_cgc_bio1.pdf) con acceso el 7 de marzo de 2012.

Corral, M., 2009, energía eólica, *La Potencia Global del Viento* elmundo.es (España), (documento en línea),

<http://www.elmundo.es/elmundo/2009/06/22/ciencia/1245696522.html>, (con acceso el 7 de marzo de 2012)

Delphi234, 2009, Renewable Energy, *Renewable Energy, End of 2008*, (Web en Línea),

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ren2008.png>, con acceso el 7 de marzo de 2012

Flavin, Christopher; Energías Renovables, *Energía Renovables en el Mundo*; Renewables 2010 Global Status Report; pag. 53, web en línea

(<http://www.ren21.net/REN21Activities/Publications/GlobalStatusReport/GSR2010/tabid/5824/Default.aspx>) con acceso el 28 de marzo de 2012

Food & Agriculture Organization, 2008, Consumo energético en Guatemala, *Guatemala*, (Web en Línea), <http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s0w.htm>, con acceso el 7 de marzo de 2012

Guzmán, D; 2011; Energía Solar, Física Electrónica; *Energía Solar. Colombia*. (Web en línea) en: <http://www.galeon.com/energiasolar/> ; (con acceso el 3 de septiembre de 2011)

INSIVUMEH; 2006; duración solar 2006; *Energía Solar en Guatemala*; (documento en línea); en: ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

Martín; 2008; Energía Renovable; *Energía Solar Térmica*; (Web en Línea) en:

<http://erenovable.com/2008/01/30/planean-instalar-una-planta-gigante-de-energia-solar-en-andalucia/> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

Ministerio de Ciencia e Innovación, 2008, Energía de Biomasa, *Biomasa*, España, (Web en Línea)

Mollejo, M; 2011; Energía Solar, *Energía Solar Fotovoltaica*; (Web en línea) en:

<http://www.miguelms.com/dyeivolt.htm> ; (con acceso el 5 de septiembre de 2011)

Mon, Sara; 2009; *Minigeneradores eólicos*, minigeneradores; (Web en línea) en:

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia00/html/Articulo21.htm>, con acceso el 22 de marzo de 2012

Nestor; 2010; Energía Renovable; *Energía Solar*; (Web en Línea) en: <http://nestorjarque.blogspot.com/2010/07/energia-solar.html> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

REN21; 2011; *Renewables 2011 Global Status Report*; Paris; pag 18-19

Renewable Energy Magazine, 2010, Energía de Biomasa, *La producción mundial de bioenergía en 2050 podría abastecer el consumo total de energía*, Estados Unidos, (Web en línea), <http://www.renewableenergymagazine.com/energias/renovables/index/pag/interviews/botid/1/colright/interviews/tip/articulo/tag/Biomass/pagid/8664/title/La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20bioenerg%C3%ADa%20en%202050%20podr%C3%ADa%20abastecer%20el%20consumo%20total%20de%20energ%C3%ADa%20/> , con acceso el 7 de marzo de 2012

Salas Chávez, J, 2010, *Biocombustible y Medio Ambiente*, (Web en Línea), <http://biocombustiblesymedioambiente264b.blogspot.com/>, con acceso el 7 de marzo de 2012.

Val; 2011; Celdas Solares; *Celda Solar CIGS*; (Web en Línea) en: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2011/05/26/nuevas-celdas-solares-suizas-con-record-de-eficiencia/> ; (con acceso el 6 de septiembre de 2011)

## **XI Anexo I**

En esta sección se presentarán todos los datos de los equipos cotizados como fichas técnicas, cotizaciones, datos de producción energética y otros datos útiles.

**INELGUA** GRUPO INELEC DE GUATEMALA, S.A.  
 INSTALACIONES ELECTRICAS, ASESORIA, DISEÑO  
 Y CONSTRUCCIÓN EN ALTA Y BAJA TENSION

Guatemala 15 de mayo de 2012.  
 Ref. GIG-61-05-12

Arquitecto.  
**Roly Salvatierra**  
**La Iglesia de Jesucristo de los SUD**  
 Guatemala, ciudad.

Estimado Arq. Salvatierra:

Por este medio me dirijo a usted para presentarle nuestra oferta para el suministro de un sistema que nos proporcione 3,000 watts de energía durante un lapso de 5 horas continuas con un periodo de recarga de 48 horas (10 horas solares) el cual se detalla a continuación.

cantidad	modelo	caracteristicas	p. unitario	total
11	KD-135GX-LPU	Panel 135 watts/hora 12 voltios	\$ 652,00	\$ 7,172.00
12	27-TMX	Batería ciclo profundo 105 amp-12V	\$ 276,48	\$ 3,317,76
2	SAM-3000-12	Convertidor de 3000 watt 12vdc-120vac	\$ 787.97	\$ 1,575.96
2	Xantex-C60	Controladores de 60 amp. 12/24 Voltios	\$ 288,00	\$ 777,60
			Incluye IVA	
<b>Total</b>				<b>\$ 12,843.32</b>

**FORMA DE PAGO:**

100% con su debida orden de compra

**NOTA.**

Incluye soportaria para el montaje de las baterías y paneles

No incluye cableado ni su instalación

5100,177.89  
 6000 WATTS

6ª AVENIDA 20-25 ZONA 10, GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.  
 EDIFICIO PLAZA MARITIMA OFICINA No 5-2  
 NIVEL 5, TELEFONO (502): 2337-2817  
 E-MAIL: grupoinelec@inteln.net.gt



**SIEMENS** **SCHRACK**  
TECHNIK

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO PARA GUATEMALA

Le atendemos con todo tipo de proyecto técnico en baja, media y alta tensión, automatización industrial, mediciones, factor de potencia, energías renovables, ahorro y eficiencia energética, capacitación, asesoría, soporte técnico, mantenimiento de todo tipo de maquinaria y equipo eléctrico industrial, aplicaciones en LOGO, y mucho más.



¡LA MEJOR SOLUCIÓN A SUS PROBLEMAS ENERGÉTICOS!



Consulte nuestros programas de capacitación y formación técnica gratis para nuestros clientes.

<b>Cliente:</b>	LA IGLESIA DE JESUCRISTO DE LOS SANTOS DE LOS ULTIMOS DIAS	<b>COTIZACION:</b>	780
<b>Atención:</b>	ARQ. ROLY SALVATIERRA	Jueves, 28 de Julio de 2011	

De acuerdo a su solicitud nos permitimos ofrecer lo siguiente:

ITEM	CANT.	CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO/U	PRECIO TOTAL
1	2	SOLONBLACK 230V/01	PANEL SOLAR MARCA SOLON DE 235 WATTS 24 VOLTIOS 3 AÑOS DE GARANTIA	\$1,005.00	\$2,010.00
2	1	SS-MPPT-15L	20 AÑOS DE GARANTIA DE VIDA UTIL POR FABRICA CONTROLADOR MARCA MORNINGSTAR DE 15 AMPERIOS 12 Y 24 VOLTIOS	\$548.61	\$548.61
3	8	GC10	ACUMULADOR MARCA DEKA DE 6 VOLTIOS CICLO PROFUNDO 215 A/H FABRICADO EN USA 12 MESES DE GARANTIA	\$200.00	\$1,600.00
4	1	X-VERTER3048	INVERSOR CARGADOR CDP 2400 WATTS	\$1,944.00	\$1,944.00
5	1		ESTRUCTURA PARA PANELES SOLARES	\$361.00	\$361.00
6	1		ESTRUCTURA PARA ACUMULADORES	\$278.00	\$278.00
7	8		CABLE 3/0 DE 12" PARA INTERCONECTAR BANCO DE ACUMULADORES	\$12.00	\$96.00
8	2		CABLE 3/0 PARA INTERCONECTAR BANCO DE ACUMULADORES A INVERSOR CARGADOR	\$156.00	\$312.00
9	48	VOLT-TS9W	TUBO LED 9 WATTS 600MM 0.60M 120 VAC.	\$47.00	\$2,256.00
10	16		CAJA DE 2 X 2" PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO, CON CAPACIDAD PARA 3 TUBOS LED	\$29.00	\$464.00

NOTA:  
ESTO ES SOLO EL SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS  
LA CAPACIDAD SERA DE 2400 WATTS HORA/DIA

235 \* 2 = 470 WATT  
24 VOL.  
  
\$ 79,982.95



Electrovalvulas,  
diámetro 3/8 NTP  
120VAC 0-99 ,56 Todo  
propósito, (agua/gas)



CT's - 300/200/5 660V.  
CLASE 0.2. 11X30.5 D



Panes para  
Multiple Contadores  
homologados por  
Unión Fenosa  
REFORSA-REFORSA



Calentadores de agua  
solares de acero inoxidable  
y con 5 años de garantía.  
(Consulte ofertas!)

CONDICIONES DE LA OFERTA			
FORMA DE PAGO:	CREDITO	G. TOTAL	\$9,869.61
TIEMPO DE ENTREGA:	INMEDIATA		
VIGENCIA:	05 DIAS		

PRECIOS SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO Y AL TIPO CAMBIARIO DEL DÍA

NOTA: EL PRODUCTO NO TIENE CAMBIO NI DEVOLUCIÓN.

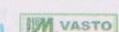
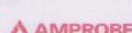
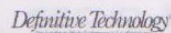


William Gerson Solis  
Gerencia General  
2da. Calle 15-69 zona 6, La Parroquia, ciudad,  
Guatemala, C.A. PBX:(502)2388-3737, Ext. 111  
Telefax: (502)2388-3713. Tel. (502)2388-3726  
www.enysol.com

Síguenos en



LOS PRODUCTOS  
GARANTIZADOS Y DE CALIDAD  
LE AHORRAN MAS DINERO  
POR QUE DURAN Y RINDEN  
MUCHO MAS





## SOLON Blue 230/ 01

Polycrystalline solar modules.

- › Recognized SOLON quality
- › High-performance modules with excellent efficiency
- › Highly efficient cell technologies provided by leading manufacturers
- › Optimal output over decades with very good low light response
- › 10 year product guarantee, 25 year performance guarantee
- › German design and products "Made in U.S.A."

# SOLON Blue 230/01

## Technical features:

- Highly efficient polycrystalline solar module
- Module efficiency of up to 14.6 %
- Excellent low light response
- 0.16 in. (4 mm) solar glass and twin-wall frame profile for highest load capacity
- Optimal heat dissipation technology

## SOLON advantages:

- 10 year product guarantee, 25 year performance guarantee
- Individual consulting and support from our service team and our international distribution partners
- On time delivery
- Certified quality products (UL listed)
- Extensive manufacturing and development experience

## Electrical specifications – typical

Capacity rating* (±3%)	P <sub>max</sub>	240 Wp**	230 Wp	220 Wp	210 Wp	200 Wp
Module efficiency		14.63 %	14.02 %	13.41 %	12.80 %	12.20 %
Rated voltage	U <sub>mpp</sub>	29.45 V	29.00 V	28.75 V	28.25 V	27.75 V
Rated current	I <sub>mpp</sub>	8.15 A	7.95 A	7.65 A	7.45 A	7.20 A
Open circuit voltage	U <sub>oc</sub>	37.00 V	36.65 V	36.40 V	36.10 V	35.55 V
Short circuit current	I <sub>sc</sub>	8.75 A	8.55 A	8.30 A	8.10 A	7.90 A

The above values are effective for irradiation of 1,000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, and a cell temperature of 69.80°F (25°C) (standard test conditions). They are subject to production tolerances. The modules can be delivered with their characteristic data for the detailed system configuration.

## Temperature coefficients

Tc of open circuit voltage	-0.34 %/K
Tc of short circuit current	0.05 %/K
Tc of power	-0.42 %/K

## Mechanical specification

Dimensions (H x W x D)	64.57 x 39.37 x 1.65 in. (1,640 x 1,000 x 42 mm)
Weight	51.81 lbs (23.5 kg)
Junction box	1 Tyco junction box with bypass diodes
Cable	Solar cable, length 39.37 in. (1,000 mm), 12 AWG (4 mm <sup>2</sup> ), connectors prefabricated with Tyco plug
Front glass	Transparent toughened safety glass, 0.16 in. (4 mm)
Solar cells	60 cells polycrystalline Si 6.2", 6.14 x 6.14 in. (156 x 156 mm)
Cell encapsulation	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Back side	White composite film
Frame	Anodized aluminium frame with twin-wall profile and drainage holes

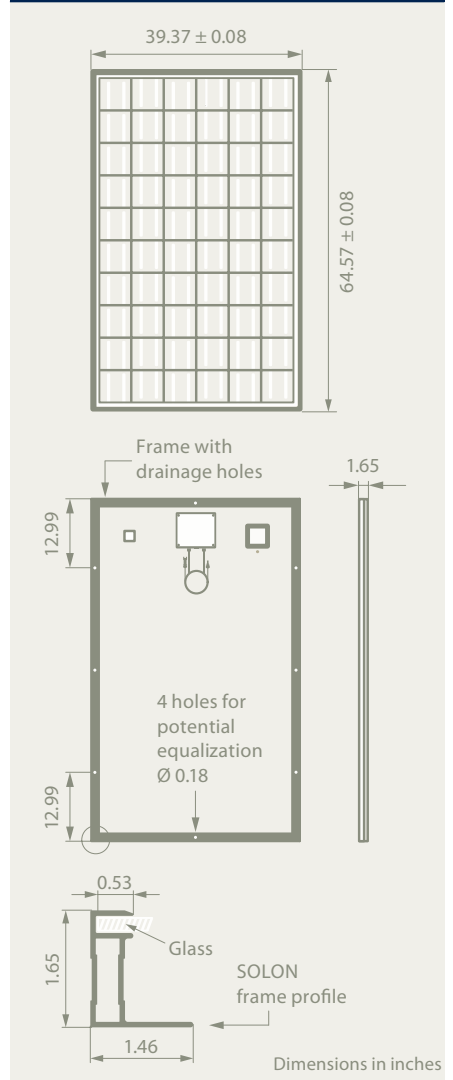
## Operating conditions

Temperature range	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Maximum system voltage	600 V
Maximum surface load capacity	Tested up to 5,400 Pa according to IEC 61215 (advanced test)
Resistance against hail	Maximum diameter of 1.1 in. (28 mm) with impact speed of 53.44 mph (86 km/h)

## Guarantees and certifications

Product warranty	10 years
Performance guarantee	Guaranteed output of 90% for 10 years and 80% for 25 years
Approvals and certificates	UL listed, CEC registered

## Drawing



Your specialty retailer

SOLON Corporation  
6950 S. Country Club Road  
Tucson • AZ • 85756-7151 • USA

Phone +1 520 807-1300  
Fax +1 520 807-4046  
E-Mail solon.us@solon.com

SOLON SE  
Am Studio 16  
12489 Berlin • Germany

Phone +49 30 81879 - 0  
Fax +49 30 81879 - 9999  
E-Mail components@solon.com

For more information on SOLON products please visit [www.solon.com](http://www.solon.com) We are glad to inform you personally as well.



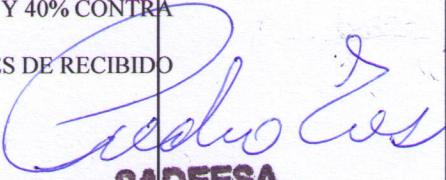
# SADEESA

Sistemas de Apoyo de Energia Electrica S.A.  
AVENIDA ELENA 3-43, ZONA 1  
TEL.: 2253-4769 / 2238-4328, FAX: 2232-2098  
E-Mail: sadeesa@gmail.com

FECHA	COTIZACION
03/07/2012	COTI 2760

**PARA:**

JOSE DAVID RODRIGUEZ  
TEL: 4832-0060 o 2312-4720  
rodriguez.jd@ldschurch.org

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PANEL SOLAR MARCA TRINA 240 WATTS DE 24 VDC 20 AÑOS DE GARANTIA DE VIDA UTIL POR FABRICA	3	770.00	2,310.00
ESTRUCTURA PARA PANEL SOLAR	1	300.00	300.00
INVERSOR DE ONDA PURA MARCA AIMSPower MODELO PICGLF60W24V240 DE 3000 WATTS	1	2,650.00	2,650.00
ACUMULADOR MARCA TROJAN 6 VDC 225 A/H CICLO PROFUNDO MODELO T-105 12 MESES DE GARANTIA FABRICADO EN USA	8	210.00	1,680.00
ESTRUCTURA PARA BATERIAS TROJAN T-105	1	550.00	550.00
CABLE PARA INVERSOR 4/0 DE 4'	2	150.00	300.00
CABLE 2/0 CON TERMINALES	13	12.00	156.00
INSTALACION DEL SISTEMA SOLAR	1	875.00	875.00
SISTEMA DE TIERRAS FISICAS	1	650.00	650.00
FORMA DE PAGO: 60% DE ANTICIPO Y 40% CONTRA ENTREGA ENTREGA: 20 DIAS HABLES DESPUES DE RECIBIDO ANTICIPO			
 <b>SADEESA</b> AV. Elena 3-43 Zona 1 Tels: 2238-4328 - 2253-4769			
SE COTIZA AL DIA DE HOY US\$1.00 X Q.8.00		<b>TOTAL</b>	<b>US\$ 9,471.00--</b>



Guatemala, 5 de Julio del 2012.

Arq.  
Roly Salvatierra.  
Iglesia de Jesucristo SUD.  
Ciudad.

Estimado Arq. Salvatierra:

Por este medio tenemos el agrado de cotizarle un sistema de suministro de energía eléctrica, para la iglesia rural Yaliux, Alta Verapaz, con paneles solares, consistente en:

- 1.- 6 paneles solares, marca Canadian Solar, de 240 Watts cada uno, PV module, MC4, PV Wire 12 AWG, 40 mm, clear frame, 60 cll polly, 15 a fuse, 218.3 WPTC, CSGP-240P.
- 2.- Un inversor, marca Xantrex, modelo XW6048, monofásico, 48 voltios DC de entrada y 120 voltios AC de salida, de 6,000 Watts de capacidad.
- 3.- Un banco de 12 baterías, marca Trojan, modelo T-105, de 6 voltios y 225 amperios hora de ciclo profundo.

PROPUESTA:

Precio del conjunto instalado, incluyendo materiales de instalación, viáticos y transporte, en la iglesia rural Yaliux Q. 74,500.00

CONDICIONES DE LA NEGOCIACIÓN:

Tiempo de entrega 3 a 4 semanas.  
Forma de pago: Orden de compra y pago.  
Garantía: 1 año.

Esperando que nuestra oferta sea de mucho interés, le saluda.

Atte.

Ing. Marco T. Barillas O.  
Tel. 6685-2530  
Cel. 4219-4587

## TRINA TSM-DA05, 220W to 240W

### TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Type	TSM-DA05	220	230	240
Max-Power	Pm(W)	220	230	240
Power Tolerance	(%)	±3	±3	±3
Max-Power Voltage	Vm(V)	29.8	30.0	30.6
Max-Power Current	Im(A)	7.39	7.66	7.84
Open-Circuit Voltage	Voc(V)	36.8	37.0	37.5
Short-Circuit Current	Isc(A)	8.00	8.18	8.38
Max-System Voltage	(VDC)	600		
Cell Efficiency	$\eta_c$ (%)	15.5	16.2	16.9
Module Efficiency	$\eta_m$ (%)	13.4	14.1	14.7
Number, type and arrangement of cells		60 pcs. Mono-Crystalline Silicon (6x10)		
Cell Size		6" x 6"   156 mm x 156 mm		
No. of Bypass Diodes	(pcs.)	3		
Max. Series Fuse	(A)	14		
Pm Temperature Coefficient	(%/°C)	-0.45		
Isc Temperature Coefficient	(%/°C)	0.05		
Voc Temperature Coefficient	(%/°C)	-0.35		
NOCT- Nominal Operating Cell Temperature	(°C)	47±2		

### MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cable Type, Diameter and Length		3.31 mm <sup>2</sup> (12AWG), UL Certified
Type of Connector		Tyco
Dimension A*B*C		1650*992*46 (mm)   64.96*39.05*1.81 (in.)
Weight		19.5 Kg   43 lb
No. of Draining Holes In Frame		8
Glass, Type and Thickness		High Transmission, Low Iron, Tempered Glass 3.2 mm   0.12" in.

### PACKAGING CONFIGURATION

Packing Configuration		20 pcs./ box
Quantity/Pallet		1 box / pallet
Loading Capacity		520 pcs/40ft or 120 pcs/10ft

### ABSOLUTE RATINGS

Dielectric Insulation Voltage	(VDC)	3000 max.
Operating Temperature	(°C)	-40~+85
Storage Temperature	(°C)	-40~+85

\*STC Conditions(1000W/m<sup>2</sup>; 1.5 AM and 25°C Cell temperature)



High Efficiency  
Monocrystalline Solar Modules

#### STRENGTHS

- Tolerance ± 3%
- 3 Bus Bar Configuration
- Plug & Play Connectors
- High Transmission, Low Iron Tempered Glass
- Can bear loads up to 5400 Pascals (IEC 61215 2<sup>nd</sup>)

#### WARRANTY

Manufacturing: 5 years  
Power production: 90% : 10 years  
80% : 25 years

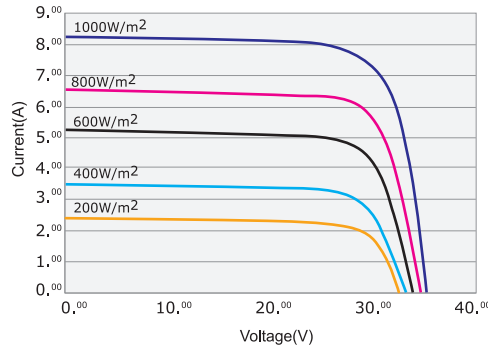
#### CERTIFICATIONS



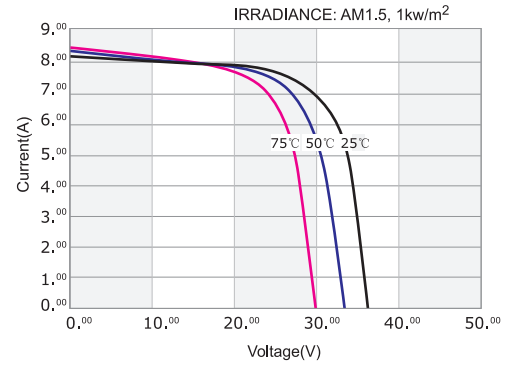
# TRINA TSM-DA05, 220W to 240W

## I-V CURVES

I-V Curves of PV module TSM-230DA05

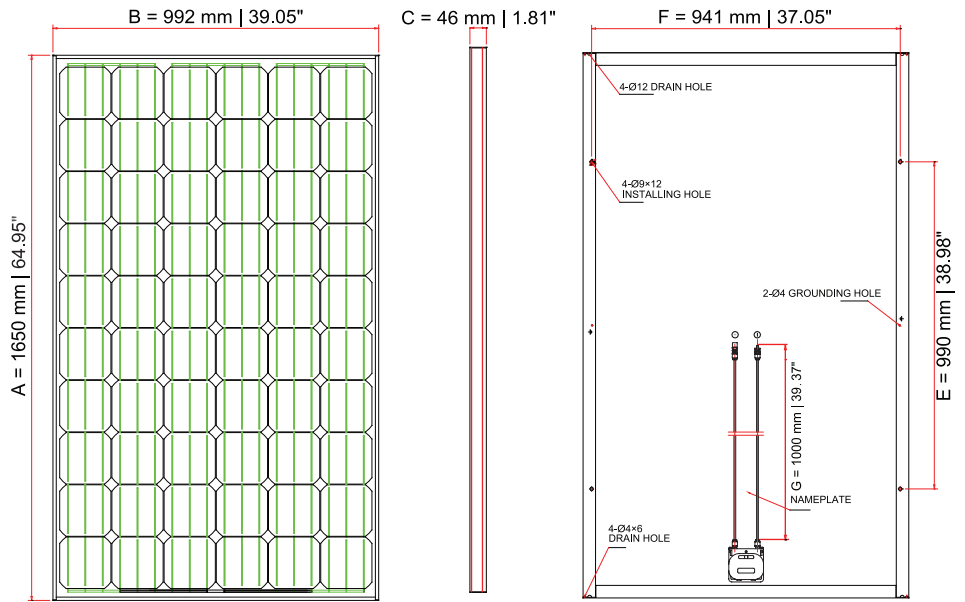


I-V Curves of PV module TSM-230DA05 at various cell temperatures



High Efficiency Monocrystalline Solar Modules

## DIMENSIONS



Dimensions A*B*C	1650*992*46 (mm)   64.95*39.05*1.81 (in.)
Installation Hole E*F	990*941 (mm)   38.98*37.05 (in.)
Cable Length G	1000 (mm)   39.37 (in.)

\*The company is not responsible for potential typing errors.



Dirección: 2 da calle 15-20 Zona 13 Ciudad de Guatemala  
 Tel: 2332-1261  
 email: [urielroldan@transsol.com.gt](mailto:urielroldan@transsol.com.gt) web: [www.transsol.com.gt](http://www.transsol.com.gt)

**No de cotización**

Fecha 09/04/2012  
 Número 850-f-a

**Datos del cliente**

**Nombre** IGLESIA DE JESUCRISTO DE LOS SANTOS DE LOS ULTIMOS DIAS  
**Telefono:**  
**Correo:**

**Datos del Proyecto**

**Ubicación**  
 SISTEMA PARA GENERACION DE ENERGIA EN CAPILLA PREFABRICADA, SEGÚN ESPECIFICACIONES EN PLANOS.

**DETALLE DE COTIZACIÓN**

Item	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Total
1	PANEL SOLAR DE 120 WATTS marca SUN serie A.	5		Q 89,622.00
2	CONTROLADOR DE CARGA MARCA XANTREX DE C60 DE 60AMP.	1		
3	ACUMULADOR DE 105 AMP. 12 VOLTS.	15		
4	INVERSOR MARCA XANTREX 1500W	5		
5	ACCESORIOS PARA INSTALACION DEL SISTEMA	GLOBAL		
6	ESTRUCTURAS PARA ISNTALACION DEL SISTEMA	GLOBAL		
			<b>Total</b>	
			<b>Total cotizacion</b>	

Q 89,622.00  
 7500 watts.

**plazo de entrega y forma de pago**

1. El plazo de entrega es de 3 a 4 semanas, se requieren 10 días hábiles para instalación
2. La forma de pago será 70 % anticipo y 30% contra entrega.
3. Para la garantía el cliente enviará a la empresa el componente con falla el cual será examinado y cambiado en caso de ser necesario, siempre y cuando las fallas sean atribuidas al producto
4. Tipo de cambio: referencia banco de Guatemala, al día de efectuado el pago.

Ing. Uriel Roldan  
 cel: 4011-6959

Guatemala, 02 de agosto de 2012.

**COTIZACION No.02082012**

<b>Nombre</b>	Ing. Paul Wagner	<b>Empresa</b>	Particular
<b>Dirección</b>		<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:pwagner@pinocoabril.com">pwagner@pinocoabril.com</a>
<b>Fax</b>		<b>Teléfono</b>	23893737

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	Panel solar marca Isofoton, modelo IS-120/24, monocristalino de 120 watts, 24 voltios. Fabricado en España, bajo certificaciones de calidad TUV, CE, UL.	Q2,450.00	Q2,450.00
1	Panel solar marca Isofoton, modelo ISF-245/20, monocristalino de 245 watts, 20 voltios. Fabricado en España, bajo certificaciones de calidad TUV, CE, UL.	Q4,960.00	Q4,960.00
<b>TOTAL</b>			<b>Q7,410.00</b>
			<small>IVA INCLUIDO</small>

Esta oferta es válida por 15 días.

## **Garantías.**

### **Panel Solar:**

10 años, únicamente por desperfectos de fabrica  
12 años de garantía del 90% de la potencia nominal.  
25 años de garantía del 80% de la potencia nominal.

### **Forma de ejecutar garantías.**

El cliente enviará a la empresa el componente con falla el cual será examinado y reparado o cambiado en caso de ser necesario, siempre y cuando las fallas sean atribuibles al producto y no al uso inadecuado.

El Cliente corre con los gastos de transporte.

## **Plazo y lugar de entrega.**

Plazo de entrega: Inmediata

el término de entrega es Exwork, es decir en bodega DEPRO en la ciudad de Guatemala.

## **Forma de pago.**

Contado.

## **Materiales de instalación.**

No incluidos.

## **Instalación.**

No incluida.

**Merida Montenegro  
DEPRO**



# MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-145/150

## Disfrute de las ventajas de ISO FOTON

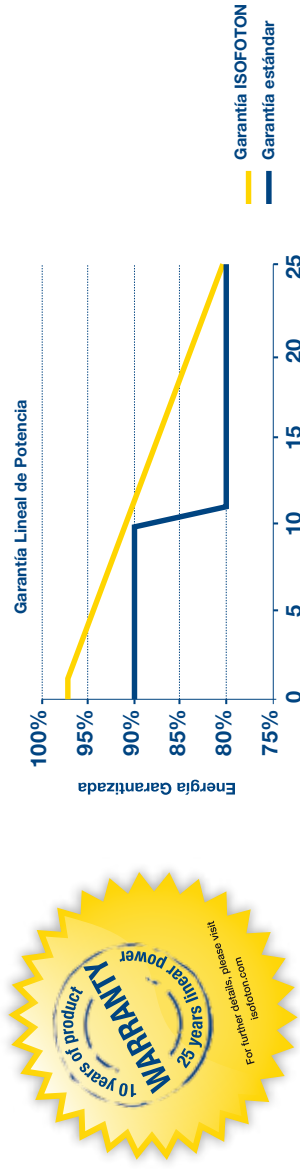
- Experiencia de más de 30 años en la fabricación de células y módulos fotovoltaicos
- Experiencia internacional en el desarrollo de proyectos: más de 300 en todo el mundo
- Asistencia técnica
- Tecnología punta y calidad certificada
- Compromiso con el medio ambiente

## Disfrute de las ventajas de la gama ISF

- Vidrio microestructurado con mayor capacidad de absorción de luz difusa, que mejora el rendimiento energético
- Caja de conexión exclusiva, diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas
- El módulo más ligero de su categoría, lo que facilita su manejo

## La garantía ISO FOTON

25 años de garantía lineal de potencia que mejora en un 7,5% la garantía estándar de mercado y 10 años de garantía de producto.



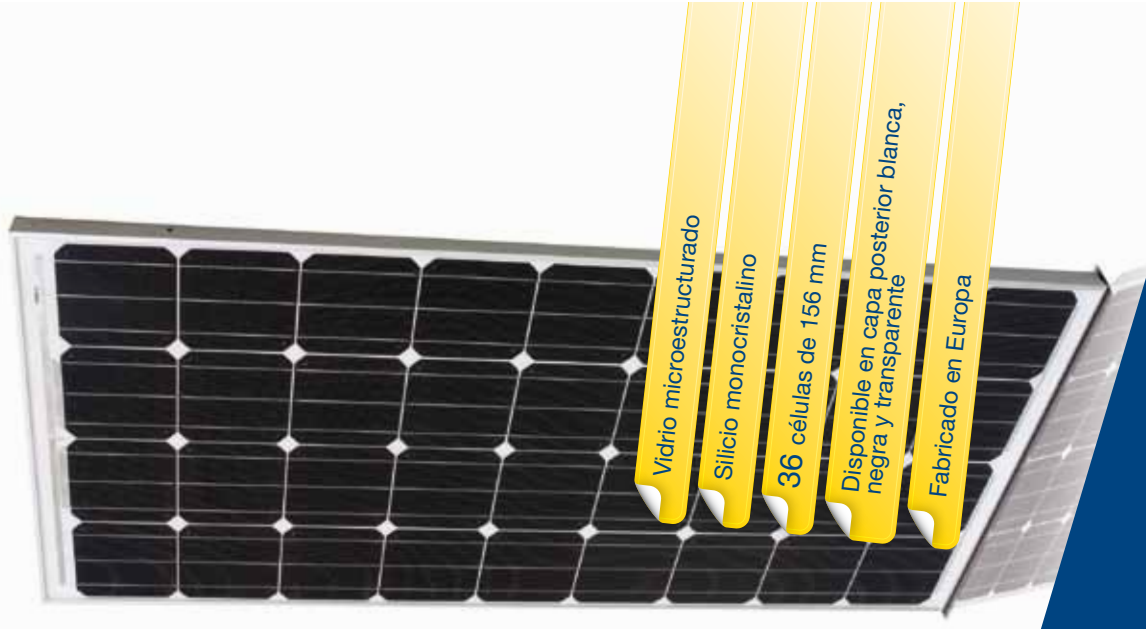
## Homologaciones y Certificados de Producto



## Certificados de Empresa



MÁS DE 30 AÑOS PONIENDO EL SOL AL SERVICIO DE LA HUMANIDAD



## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

**Comportamiento en STC: Irradiancia 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula 25°C, AM 1,5**

	<b>ISF-145</b>	<b>ISF-150</b>
Potencia nominal (P <sub>max</sub> )	145 W	150 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	22,4 V	22,6 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	8,55 A	8,70 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	18,1 V	18,5 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	8,00 A	8,12 A
Eficiencia	14,5%	15,0%
Tolerancia de potencia (% P <sub>max</sub> )	+/- 3%	+/- 3%

**Comportamiento a Irradiancia 800 W/m<sup>2</sup>, TONC, temperatura ambiente 20°C, AM 1,5; velocidad del viento 1m/s**

	<b>ISF-145</b>	<b>ISF-150</b>
Potencia máxima (P <sub>max</sub> )	103 W	107 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	20,1 V	20,3 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,88 A	7,01 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	16,1 V	16,4 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	6,44 A	6,54 A

Reducción de eficiencia desde 1.000 W/m<sup>2</sup> a 200 W/m<sup>2</sup>

5% (+/-3%)

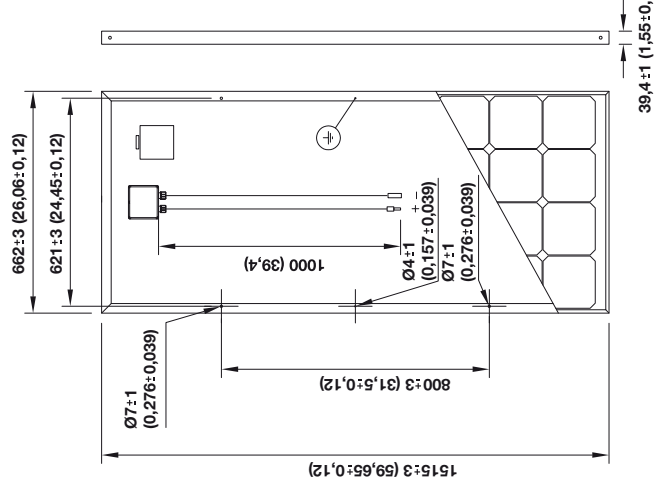
## CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Tensión máxima del sistema	1.000 V
Límite de corriente inversa	20 A
Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	45 +/- 2° C
Coefficiente de temperatura de P <sub>max</sub>	-0,464%/K
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,323%/K
Coefficiente de temperatura de I <sub>sc</sub>	0,042%/K

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Célula solar	Silicio Monocristalino - 156 mm x 156 mm (6 pulgadas)
Número de células	36 células en configuración 4 x 9
Dimensiones	1515 x 662 x 39,5 mm
Peso	13,5 Kg
Vidrio	Alta transmitividad, microestructurado y templado de 3,2 mm (EN-12150)
Marco	Aluminio anodizado y toma de tierra
Máxima carga admisible	2400 Pa
Caja de conexión	IP 65 con 3 diodos de bypass
Cables y Conector	Cable solar de 1 m y sección 4 mm <sup>2</sup> . Conector MC4 o compatible

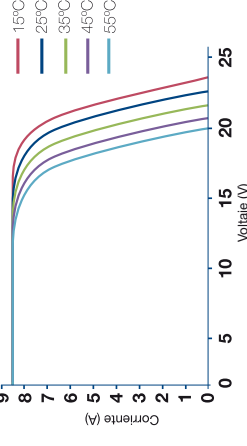
## DIMENSIONES



## EMBALAJE

Módulos por palet  
**36**

Tamaño de embalaje (palet + esquinas)  
**1625 x 780 x 215 mm**  
Materiales reciclables



## DATOS DE CONTACTO

**FÁBRICA** | Parque Tecnológico de Andalucía (PTA)  
C/ Severo Ochoa, 50  
E-29590 Málaga  
Tel.: +34 95 1233500  
isofoton.m@isofoton.com

**OFICINA COMERCIAL**  
Torre de Cristal  
Paseo de la Castellana, 259 C (planta 18)  
E-28046 Madrid  
Tel.: +34 91 4147800  
isofoton@isofoton.com

ISOPARTNER



# MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-240/245/250

## Disfrute de las ventajas de ISO FOTON

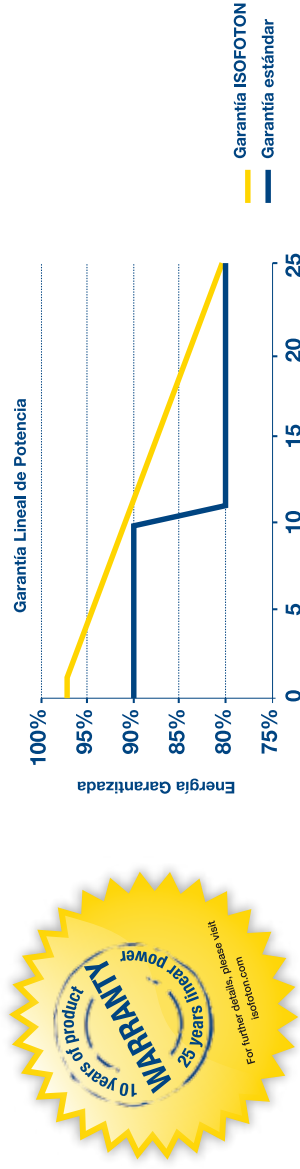
- Experiencia de más de 30 años en la fabricación de células y módulos fotovoltaicos
- Experiencia internacional en el desarrollo de proyectos: más de 300 en todo el mundo
- Asistencia técnica
- Tecnología punta y calidad certificada
- Compromiso con el medio ambiente

## Disfrute de las ventajas de la gama ISF

- Vidrio microestructurado con mayor capacidad de absorción de luz difusa, que mejora el rendimiento energético
- Caja de conexión exclusiva, diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas
- El módulo más ligero de su categoría, lo que facilita su manejo

## La garantía ISO FOTON

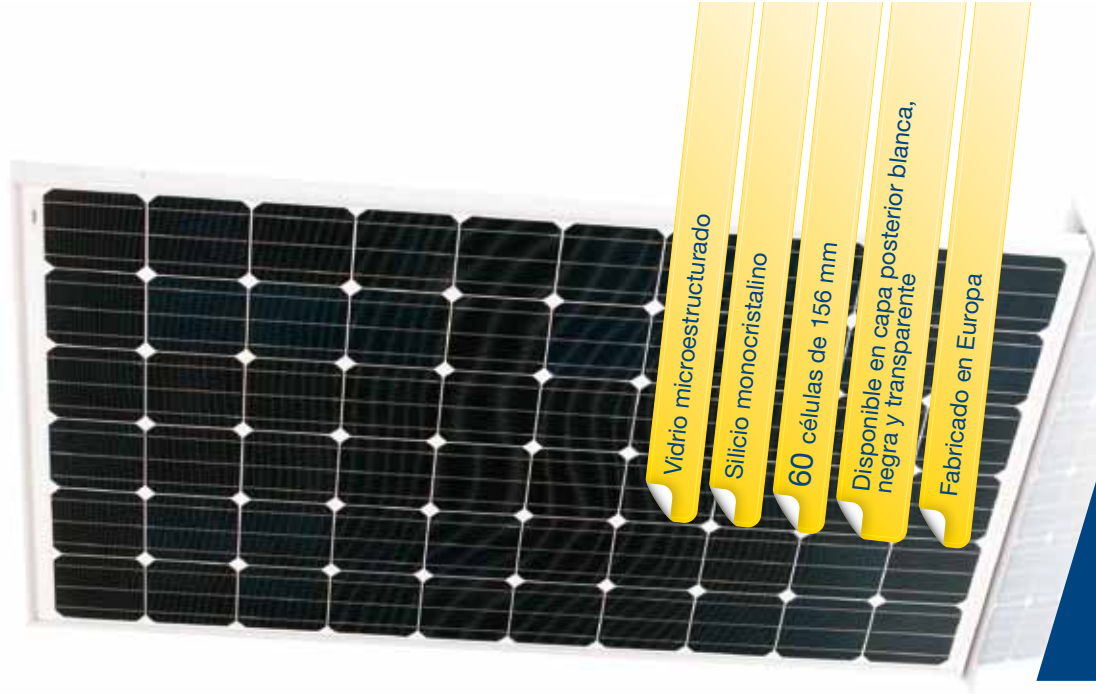
25 años de garantía lineal de potencia que mejora en un 7,5% la garantía estándar de mercado y 10 años de garantía de producto.



## Homologaciones y Certificados de Producto



## Certificados de Empresa



Vidrio microestructurado

Silicio monocristalino

60 células de 156 mm

Disponible en capa posterior blanca, negra y transparente

Fabricado en Europa



MÁS DE 30 AÑOS PONIENDO EL SOL AL SERVICIO DE LA HUMANIDAD

\* Solo ISF-240/245

Desde 1999

Desde 2001

Desde 2008

Desde 2007

ISO FOTON es socio fundador

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Comportamiento en STC: Irradiancia 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula 25°C, AM 1,5

	ISF-240	ISF-245	ISF-250
Potencia nominal (P <sub>max</sub> )	240 W	245 W	250 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	37,0 V	37,3 V	37,6 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	8,60 A	8,70 A	8,81 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	29,9 V	30,2 V	30,4 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	8,03 A	8,12 A	8,22 A
Eficiencia	14,5 %	14,8 %	15,1 %
Tolerancia de potencia (% P <sub>max</sub> )	+/- 3%	+/- 3%	+/- 3%

Comportamiento a Irradiancia 800 W/m<sup>2</sup>, TONC, temperatura ambiente 20°C, AM 1,5; velocidad del viento 1m/s

	ISF-240	ISF-245	ISF-250
Potencia máxima (P <sub>max</sub> )	172 W	176 W	180 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	34,0 V	34,2 V	34,5 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,94 A	7,02 A	7,11 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	26,6 V	26,8 V	27,1 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	6,48 A	6,56 A	6,64 A
Reducción de eficiencia desde 1.000 W/m <sup>2</sup> a 200 W/m <sup>2</sup>	5% (+/-3%)		

## CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Tensión máxima del sistema	1.000 V
Límite de corriente inversa	20 A
Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	45 +/- 2° C
Coefficiente de temperatura de P <sub>max</sub>	-0,464%/K
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,323%/K
Coefficiente de temperatura de I <sub>sc</sub>	0,042%/K

**DATOS DE CONTACTO**  
**FÁBRICA** | Parque Tecnológico de Andalucía (PTA)  
 C/ Severo Ochoa, 50  
 E-29590 Málaga  
 Tel.: +34 95 1233500  
 isofoton.m@isofoton.com

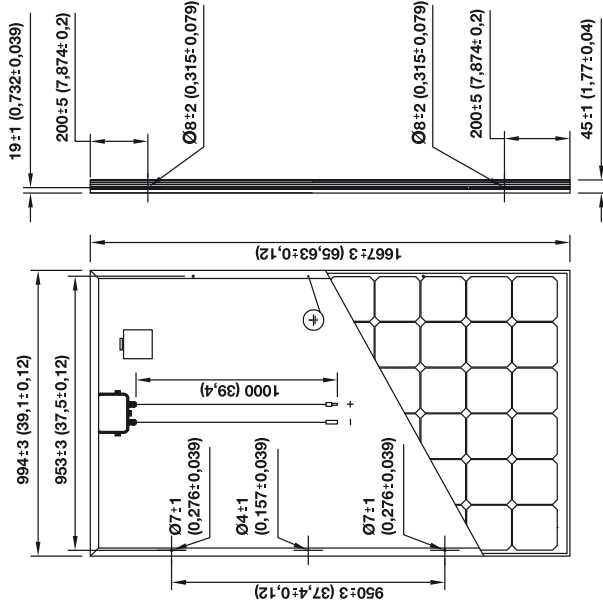
**OFICINA COMERCIAL**  
 Torre de Cristal  
 Paseo de la Castellana, 259 C (planta 18)  
 E-28046 Madrid  
 Tel.: +34 91 4147800  
 isofoton@isofoton.com

ISOPARTNER

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

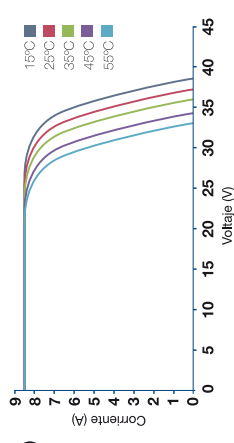
Célula solar	Silicio Monocristalino - 156 mm x 156 mm (6 pulgadas)
Número de células	60 células en configuración 6 x 10
Dimensiones	1667 x 994 x 45 mm
Peso	19 Kg
Vidrio	Alta transmisividad, microestructurado y templado de 3,2 mm (EN-12150)
Marco	Aluminio anodizado y toma de tierra
Máxima carga admisible	5400 Pa
Caja de conexión	IP 65 con 3 diodos de bypass
Cables y Conector	Cable solar de 1 m y sección 4 mm <sup>2</sup> . Conector MC4 o compatible

## DIMENSIONES

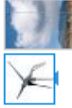


Módulos por palet  
**20**

Tamaño de embalaje (palet + esquinas)  
**1725 x 1055 x 1245 mm**  
 Materiales reciclables



Home » Wind Generators » AIR 30 » Air 30 48V DC Wind Generator



## Air 30 48V DC Wind Generator

Item No. 1-AR30-10-48

\$749.00

**Quantity:**

**Availability:** Usually ships in 1 to 2 days

[Add To Cart](#)

[Add to Amazon Wish List](#)

### Product Details

The World's best selling wind turbine provides energy for water pumping, small cabins, RVs, garden lighting and hobbies.

- Manufactured by: Southwest Windpower
- Merchant SKU: 1-AR30-10-48
- Quiet operation
- Lightweight; easy to install
- Energy in low wind
- Plug and play battery connection
- Integrated overcharge protection for peak power production
- LED communication
- For non-corrosive environments. 5-year warranty
- Approximate average energy output of 30 kWh a month at 5.5 m/s

### Accessories



# aiR30™

by Southwest Windpower

## Making renewable energy fun

AIR 30 is the best choice for reliable energy for small cabins, RVs, camping, garden lighting and hobbies. AIR 30's optimized software delivers reliable energy. Extensive third party testing and certification shows more consistent output than the competition. AIR 30 is part of the latest generation of AIR products—the world's best-selling wind turbines—with more than 135,000 units sold worldwide.





by Southwest Windpower

## Solid performance for work or fun

We recommend AIR 30 for small battery-charging applications such as small cabins, RVs, camping, garden lighting, education, hobbies and more. The AIR 30 is an ideal wind turbine for hybrid systems with solar. AIR 30 is built and backed by the worldwide leader in small wind.

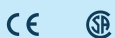
- Advanced microprocessor for reliable energy production
- Integrated overcharge protection
- Permanent mold cast aluminum body
- High-quality, field tested components
- Quiet operation
- Lightweight; easy to install
- Plug and play battery connection
- For use in non-corrosive environments



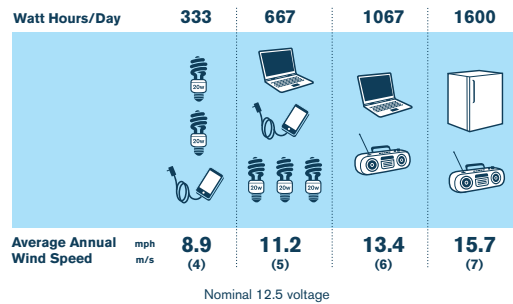
**5 YEAR LIMITED WARRANTY**  
TECHNICAL SUPPORT WORLDWIDE

## Technical Specifications

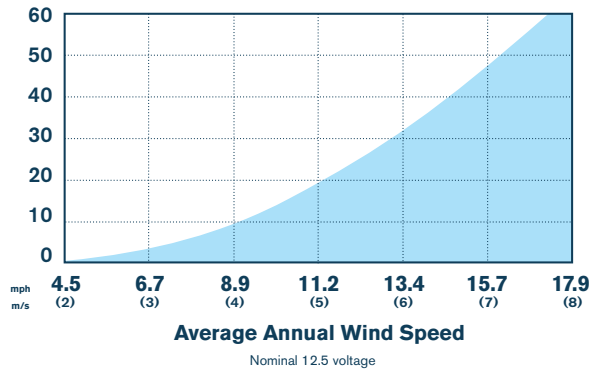
<b>Energy</b>	Approx. 30 kWh a month at 13.4 mph (6.0 m/s) <sup>1</sup>
<b>Swept Area</b>	11.5 ft <sup>2</sup> (1.07 m <sup>2</sup> )
<b>Rotor Diameter</b>	46 in (1.17 m)
<b>Weight</b>	13 lb (5.90 kg)
<b>Shipping Dimensions</b>	27 x 15 x 9 in (686 x 38 x 228 mm) 17 lb (7.7 kg)
<b>Start-Up Wind Speed</b>	8 mph (3.58 m/s)
<b>Voltage</b>	12, 24, and 48 VDC
<b>Turbine Controller</b>	Microprocessor-based smart internal regulator
<b>Body</b>	Permanent mold cast aluminum
<b>Blades</b>	(3) Carbon fiber composite
<b>Alternator</b>	Permanent magnet brushless
<b>Overspeed Protection</b>	Electronic torque control
<b>Survival Wind Speed</b>	110 mph (49.2 m/s)
<b>Mount<sup>2</sup></b>	1.5 in schedule 40 pipe 1.9 in (48.26 mm) OD



## POWER ALL OF THIS WITH AIR 30<sup>1</sup>



## MONTHLY ENERGY (KWH)<sup>1</sup>



(928) 779-9463  
www.windenergy.com

1. Energy projections are based on data collected from the North Carolina Small Wind Initiative/  
Appalachian State University Small Wind Research and Demonstration Facility, Beech Mountain, NC, USA.  
2. Southwest Windpower offers a range of tower options specifically designed to work with AIR products.

Home > Wind Generators > AIR 40 > Air 40 48V DC Wind Generator



### Air 40 48V DC Wind Generator

Item No. 1-AR40-10-48

\$895.00

Quantity: 1

Availability: Usually ships in 1 to 2 days

Add To Cart

Add to Amazon Wish List



#### Product Details

The World's best selling wind turbine provides energy for water pumping, small cabins, RVs, garden lighting and hobbies.

- *Manufactured by:* Southwest Windpower
- *Merchant SKU:* 1-AR40-10-48
- Quiet operation
- Lightweight; easy to install
- Energy in low wind
- Plug and play battery connection
- Integrated overcharge protection for peak power production
- LED communication
- For non-corrosive environments. 5-year warranty
- Approximate average energy output of 40 kWh a month at 5.5 m/s

#### Accessories



# aiR 40™

by Southwest Windpower

## Quiet, reliable off-grid energy

AIR 40 is the best choice to provide energy for off-grid homes, water pumping, lighting, telecom and anywhere you need electricity and have wind. AIR 40's optimized electronic controls deliver energy quietly and efficiently. Extensive third party testing and certification shows more consistent output than the competition. AIR 40 is part of the latest generation of AIR products—the world's best-selling wind turbines—with more than 135,000 units sold in more than 120 countries.



# air 40™

by Southwest Windpower

## Proven, solid performance

We recommend AIR 40 for small battery-charging applications: remote homes, telecom, industry, lighting and more. The AIR 40 is an ideal wind turbine for hybrid systems with solar to offset those cloudy or wintery periods. AIR 40 is built and backed by the worldwide leader in small wind.

- Advanced microprocessor for reliable energy production
- Integrated overcharge protection eliminates additional equipment
- Composite blades for durability and optimum wind capture
- Permanent mold cast aluminum body
- High-quality, field tested components
- Quiet operation
- Lightweight; unique design is simple and easy to install
- Energy in light winds
- Plug and play battery connection
- For use in non-corrosive environments



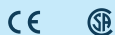
BATTERY CHARGING

Made in the USA

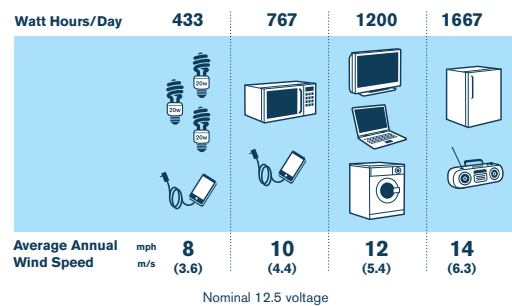
**LIFETIME LIMITED WARRANTY**  
TECHNICAL SUPPORT WORLDWIDE

## Technical Specifications

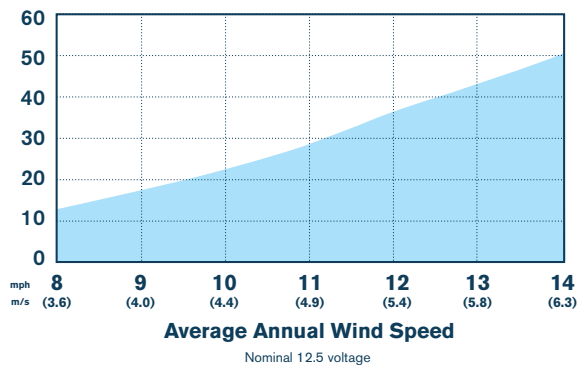
Energy	Approx. 40 kWh a month at 13.4 mph (6.0 m/s) <sup>1</sup>
Swept Area	11.5 ft <sup>2</sup> (1.07 m <sup>2</sup> )
Rotor Diameter	46 in (1.17 m)
Weight	13 lb (5.9 kg)
Shipping Dimensions	27 x 12.5 x 9 in (686 x 318 x 229 mm) 17 lb (7.7 kg)
Startup Wind Speed	7 mph (3.1 m/s)
Voltage	12, 24 and 48 VDC
Turbine Controller	Microprocessor-based smart internal regulator.
Body	Permanent mold cast aluminum
Blades	(3) Injection-molded composite
Alternator	Permanent magnet brushless
Overspeed Protection	Electronic torque control
Survival Wind Speed	110 mph (49.2 m/s)
Mount <sup>2</sup>	1.5 in schedule 40 pipe 1.9 in (48 mm) outer diameter



## POWER ALL OF THIS WITH AIR 40<sup>1</sup>



## MONTHLY ENERGY (KWH)<sup>1</sup>



(928) 779-9463  
www.windenergy.com

1. Estimate based on manufacturer test data. Third party testing to IEC standards pending.  
2. Southwest Windpower offers a range of tower options specifically designed to work with AIR products.

Home > Wind Generators > AIR Breeze > Air Breeze Marine 48V DC Wind Generator



### Air Breeze Marine 48V DC Wind Generator

Item No. 1-ARBM-15-48

\$1,195.00

Quantity:

Availability: Usually ships in 1 to 2 days

[Add To Cart](#)

[Add to Amazon Wish List](#)

#### Product Details

Designed for use in corrosive environments, the number one selling small wind turbine is easy to install with a high energy put for it's size.

- *Manufactured by:* Southwest Windpower
- *Merchant SKU:* 1-ARBM-15-48
- Quiet and easy to install
- Lifetime warranty
- Approximate energy output of 3200 watt hours a month at 10.5 knots
- Marine grade paint
- For use in any corrosive environment
- Stop Switch Included



#### Accessories



© Southwest Windpower



# air BREEZE™

by Southwest Windpower

## Quiet, reliable energy for sea and shore

AIR Breeze is trusted by sailors around the world and recommended as the best high-energy output turbine by Yachting Monthly. Its optimized electronic controls deliver energy quietly and efficiently. Extensive third party testing and certification shows more consistent output than the competition. AIR Breeze is part of the latest generation of AIR products—the world's best-selling wind turbines—with more than 135,000 units sold in more than 120 countries.



**YACHTING**  
MONTHLY  
**RECOMMENDS**  
High power



by Southwest Windpower

## High performance in marine environments

We recommend AIR Breeze for all small battery-charging applications in coastal areas or offshore: boats, docks and other marine uses. The AIR Breeze is an ideal wind turbine for hybrid systems with solar to offset those cloudy or stormy periods. AIR Breeze is built and backed by the worldwide leader in small wind.

- Improved reliability backed by a lifetime warranty
- Quiet operation
- Energy in light winds
- Lightweight; unique design is simple and easy to install
- Stop switch included
- Corrosion resistant paint tested to SAE J2334 standard
- Marine grade O-ring seal
- Stainless steel external fasteners
- Anodized blade hub



BATTERY CHARGING

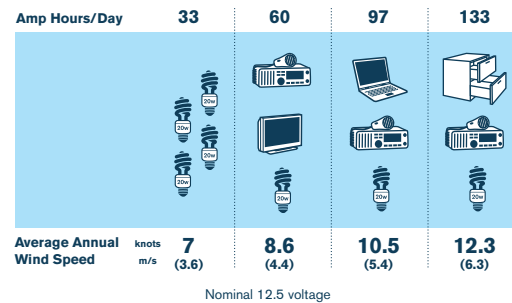
Made in the USA

**LIFETIME LIMITED WARRANTY**  
TECHNICAL SUPPORT WORLDWIDE

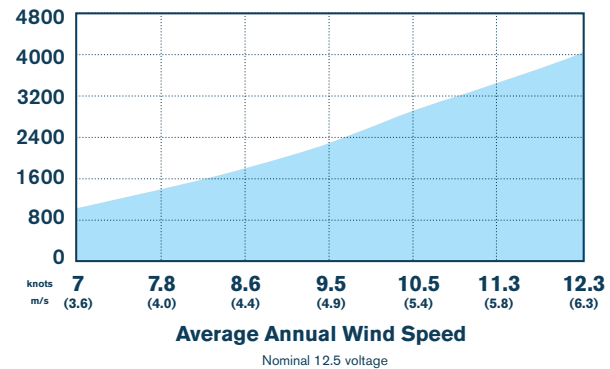
## Technical Specifications

Energy	Approx. 3200 amp hours/month at 11.3 knots (5.8 m/s) <sup>1</sup>
Swept Area	11.5 ft <sup>2</sup> (1.07 m <sup>2</sup> )
Rotor Diameter	46 in (1.17 m)
Weight	13 lb (5.9 kg)
Shipping Dimensions	27 x 12.5 x 9 in (686 x 318 x 229 mm) 17 lb (7.7 kg)
Startup Wind Speed	7 mph (3.13 m/s)
Voltage	12, 24 and 48 VDC
Turbine Controller	Microprocessor-based smart internal regulator.
Body	Cast aluminum with corrosion resistant paint
Blades	(3) Injection-molded composite
Alternator	Permanent magnet brushless
Overspeed Protection	Electronic torque control
Survival Wind Speed	110 mph (49.2 m/s)
Mount <sup>2</sup>	1.5 in schedule 40 pipe 1.9 in (48 mm) outer diameter

## POWER ALL OF THIS WITH AIR BREEZE<sup>1</sup>



## MONTHLY ENERGY (AMP HRS)<sup>1</sup>



(928) 779-9463  
www.windenergy.com

1. Estimate based on manufacturer test data. Third party testing to IEC standards pending.  
2. Southwest Windpower offers a range of tower options specifically designed to work with AIR products.

**EASYFIRE**  
Calderas de pelets



Disponible a través de su distribuidor KWB certificado



**KWB**  
La caldera de biomasa

Técnica y planificación

**Caldera de pelets KWB Easyfire**

**2,4-35 kW**

clean **EFFICIENCY**

¡Generamos energía para la vida!

# La nueva caldera de pelets KWB Easyfire



simple y limpia

La nueva caldera de pelets KWB Easyfire

**Con múltiples registros de patentes** la nueva caldera de pelets KWB Easyfire es un hito en el camino hacia una tecnología de calefacción libre de emisiones.

## ... hace la calefacción fácil

La nueva caldera de pelets KWB Easyfire puede transportarse sin esfuerzo en siete paquetes. Gracias al sistema modular de piezas ligeras y compactas, la caldera de pelets puede montarse fácilmente.

Gracias a la combustión eficiente, sólo es necesario vaciar el contenedor de cenizas desplazable una vez cada 2 años, con comodidad (según las dimensiones de la instalación).



*Transporte cuidadoso y fácil montaje gracias a la construcción modular (suministro en sólo 7 paquetes)*

## ... hace la calefacción limpia

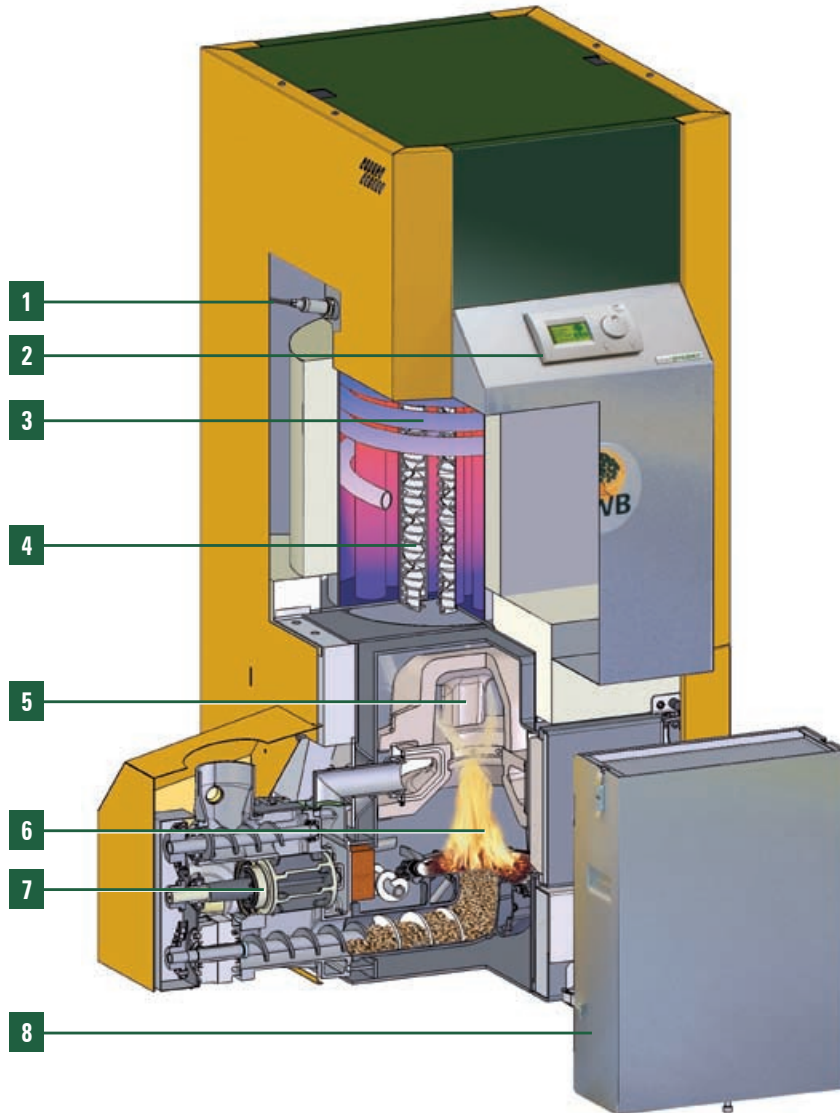
La tecnología **clean EFFICIENCY** proporciona emisiones en el límite de mesurabilidad, tanto con carga nominal como parcial. Una superficie del plato de combustión superior a la media garantiza un lecho de brasas estable y proporciona a los pelets suficiente tiempo para poder quemar completamente en cuatro zonas de combustión bien delimitadas. El contenedor de cenizas cerrado garantiza la máxima limpieza en la sala de calderas.



*Un plato de combustión grande permite una combustión limpia y sin tensiones*

## calefacción simple

- La **primera caldera de pelets** que puede instalarse fácilmente en cualquier sala de calderas
- La **primera caldera de pelets** adecuada para cualquier sistema de distribución de calor.



- 1. Sonda lambda de banda ancha** para medir con exactitud la cantidad de oxígeno; gran vida útil gracias a la célula de medición de referencia y regulación exacta de la temperatura de la sonda
- 2. Manejo y regulación KWB Comfort 3:** manejo sencillo, adaptación de potencia moduladora (gradual), regulación de depresión, supervisión del número de revoluciones del motor Stoker, ventilador de tiro y de combustión
- 3. Elevación de temperatura de reflujo integrada** con caudal variable
- 4. Intercambiador de calor con limpieza automática** compuesto por muelles de limpieza y turbuladores de alta eficiencia

- 5. Separador de polvo con efecto ciclón**
- 6. Sistema de combustión:** Hogar de alimentación por debajo, de aluminio y fundición, con plato de combustión de acero fino y KWB EasyFlex – fiable con combustibles de diferentes calidades
- 7. Dispositivo cortafuegos:** Esclusa de rueda celular con siete cámaras de transporte; tornillo sinfín dosificador para alimentación de pelets controlada
- 8. Descarga de ceniza automática** en un contenedor de ceniza – móvil en la versión confort y con asa extraíble

## calefacción limpia con clean<sup>+</sup> EFFICIENCY tecnología

- La primera caldera de pelets sin expulsión de ceniza
- La primera caldera de pelets con emisiones en el límite de mesurabilidad

### Adecuada para cualquier sala de calderas

Gracias al suministro por módulos y su reducido **espacio** de tan sólo **0,75 m<sup>2</sup>** la nueva caldera de pelets KWB Easyfire cabe en cualquier sala de calderas. La planificación, instalación y montaje de la caldera de pelets es muy fácil para un instalador de calderas, gracias al **sistema modular**, las piezas ligeras y compactas, así como las ayudas de elevación y soporte suministradas.



### Turbuladores de gran eficacia

Mientras los resortes especiales instalados limpian el intercambiador de calor, los turbuladores de gran eficacia garantizan un **óptimo intercambio de calor** y, con ello, **temperaturas mínimas de gases de escape**. El resultado es un alto y constante **rendimiento de hasta 96%**, tanto en modo de carga parcial como en modo de carga nominal.



### Adecuada para cualquier sistema de distribución de calor

La nueva caldera de pelets KWB Easyfire está equipada con el primer **dispositivo para el aumento de la temperatura de reflujo** con caudal volumétrico variable. De este modo, no será necesario el dispositivo externo para el aumento de la temperatura de reflujo en el funcionamiento con depósito de inercia o en funcionamiento con sistemas de calefacción de baja temperatura. La notable ventaja: **Planificación sencilla** y reducidos costes de instalación.

### Funcionamiento sencillo y confort ilimitado

Gracias a la combustión eficiente, sólo es necesario vaciar el **contenedor de cenizas una vez cada 2 años, de forma sencilla y con comodidad** (según las dimensiones de la instalación). El fácil manejo de la instalación se realiza con la regulación Comfort3 – con sólo **2 botones y una ruedecilla** pueden llevarse a cabo todos los ajustes en la visualización gráfica de forma autoexplicativa.



### Separador de polvo con efecto ciclón

El concepto de combustión evita de forma óptima la formación de partículas finas. Además, gracias al efecto ciclón del **separador de polvo** de diseño especial, se consigue una **emisión de partículas notablemente menor** que en el caso de las calderas de pelets convencionales. De esta forma, se alcanzan valores de polvo de hasta una cuarta parte del valor límite de la ecoetiqueta **"Blauer Engel 2012"**.

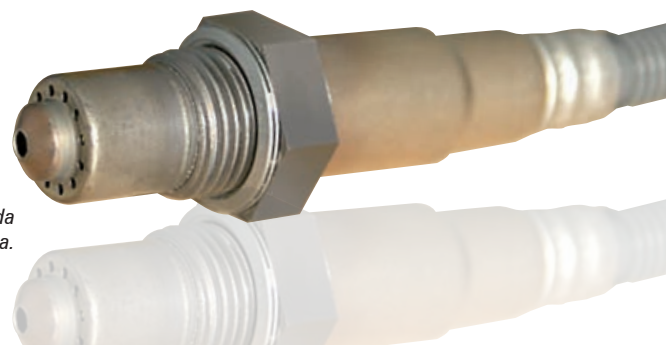
### Combustión sin estrés

El probado y perfeccionado sistema de combustión de alimentación inferior garantiza procesos tranquilos y sin estrés durante la combustión (alimentación continua de pelets desde abajo y sin levantar las partículas de polvo en el lecho de brasas). Una **superficie del plato de combustión superior a la media** garantiza un **lecho de brasas estable** y proporciona a los pelets suficiente tiempo para poder quemar completamente en cuatro zonas de combustión bien delimitadas. Gracias a la **limpieza del plato de quemador KWB EasyFlex** se retira la ceniza lentamente y de forma llana del plato de combustión. De este modo no se cae la ceniza ni se levantan partículas de polvo. Con la ayuda del nuevo **elemento cerámico de encendido con supervisión de fotocélulas**, la caldera de pelets se enciende en 3-4 minutos aprox. con el **consumo de energía más bajo** y una alta seguridad de funcionamiento.

### Concepto de accionamiento sencillo que ahorra energía

Los motores de accionamiento económicos para el transporte de pelets y cenizas comportan un **consumo de corriente reducido**. Una **esclusa de rueda celular** de amplias dimensiones con tornillo sinfín de dosificación permite una entrada **segura y eficaz de los pelets**.

*La nueva caldera de pelets KWB Easyfire está equipada con una sonda lambda de banda ancha.*



# Sistemas de alimentación KWB



## Automático

Silo directamente junto a la sala de calderas



## Automático

Silo lejos de la sala de calderas



## Propuestas de solución

Agitador de pelets Plus con tornillo sinfin en codo



p. 8 Aprovechamiento del silo

Agitador de pelets Plus con alimentación neumática



p. 10 Aprovechamiento del silo

para KWB Pelet Big Bag con tornillo sinfin en codo



p. 12 Aprovechamiento del silo

para KWB Pelet Big Bag con alimentación neumática



p. 12 Aprovechamiento del silo

Tornillo transportador sinfin con tornillo sinfin en codo



p. 14 Aprovechamiento del silo

tornillo transportador sinfin con alimentación neumática



p. 16 Aprovechamiento del silo

Sondas de extracción con alimentación neumática



p. 18 Aprovechamiento del silo



## Automático

No hay silo en el edificio



para KWB Pelet Big Bag con alimentación neumática



p. 12 Aprovechamiento del silo

Alimentación neumática con tanque subterráneo



p. 20



## Manual

No es necesario silo



Contenedor de almacenamiento



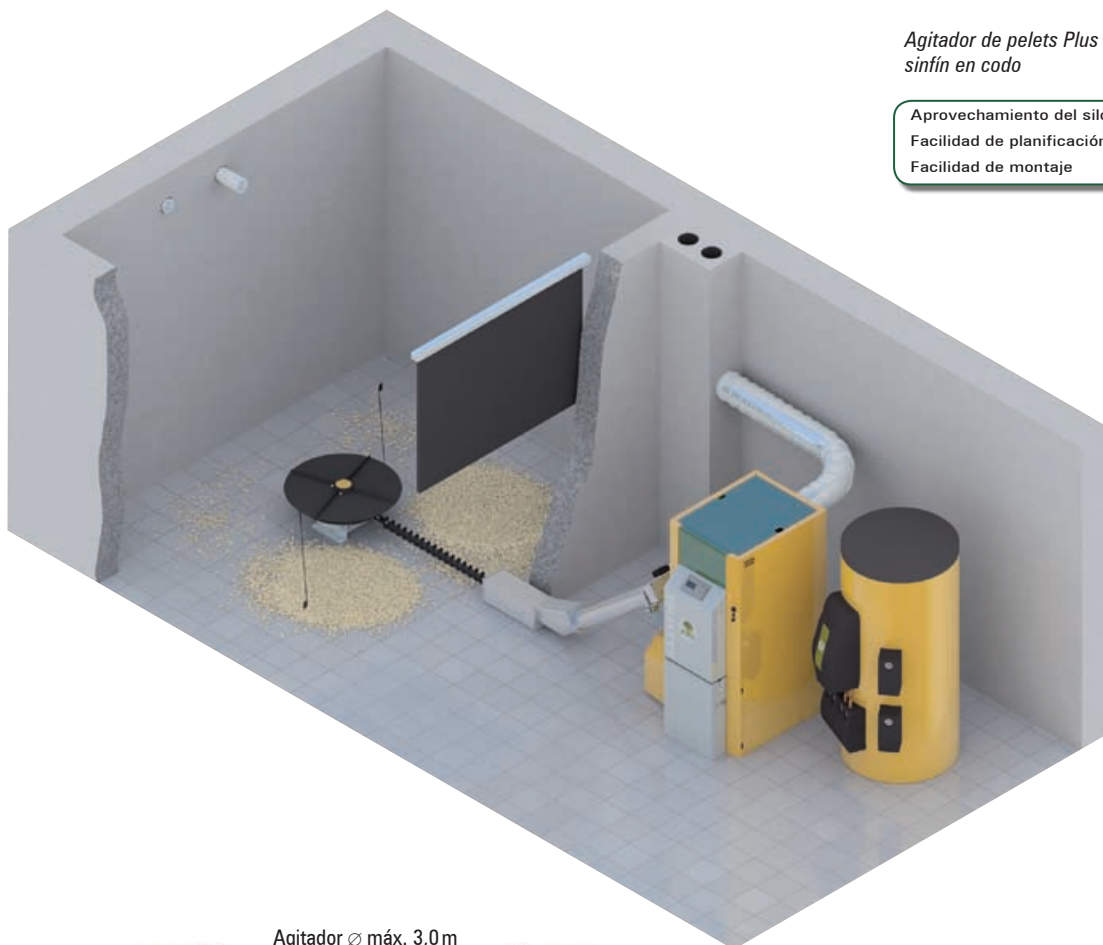
p. 21

**KWB ofrece múltiples posibilidades flexibles de sistemas de alimentación prácticamente para cualquier sala de calderas.**

## Agitador de pelets Plus con tornillo sinfín en codo

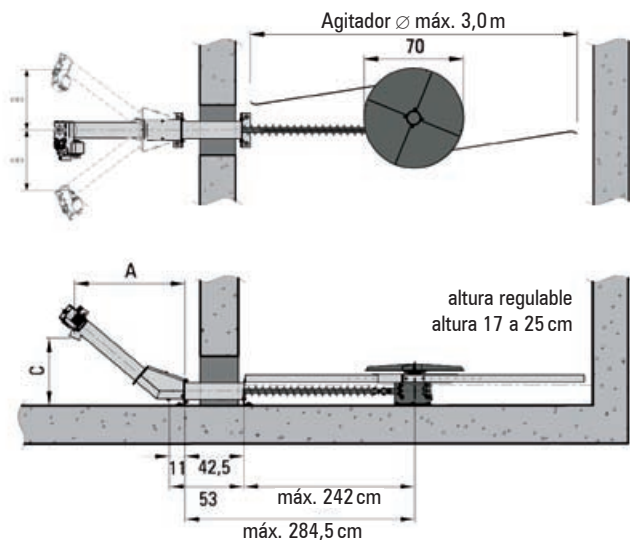
El agitador de pelets Plus está constituido por el agitador, el engranaje y un tornillo sinfín que puede ser acortado en el momento de la instalación. La gran ventaja de este sistema de alimentación es el mejor aprovechamiento del volumen del silo. De esta manera no es necesaria una construcción de suelo inclinado. También se reducen al mínimo los costes de planificación y de montaje para el instalador.

El agitador de pelets Plus puede ser combinado con el tornillo sinfín en codo para pelets, formado a su vez por un sinfín ascendente y por extensiones de tornillo sinfín. Esta variante de alimentación es apropiada para depósitos de almacenamiento cuadrados, redondos y rectangulares ubicados junto a la sala de calderas. Para silos ubicados encima de la sala de calderas también está disponible el agitador de pelets Plus con manguera descendente.



Agitador de pelets Plus con tornillo sinfín en codo

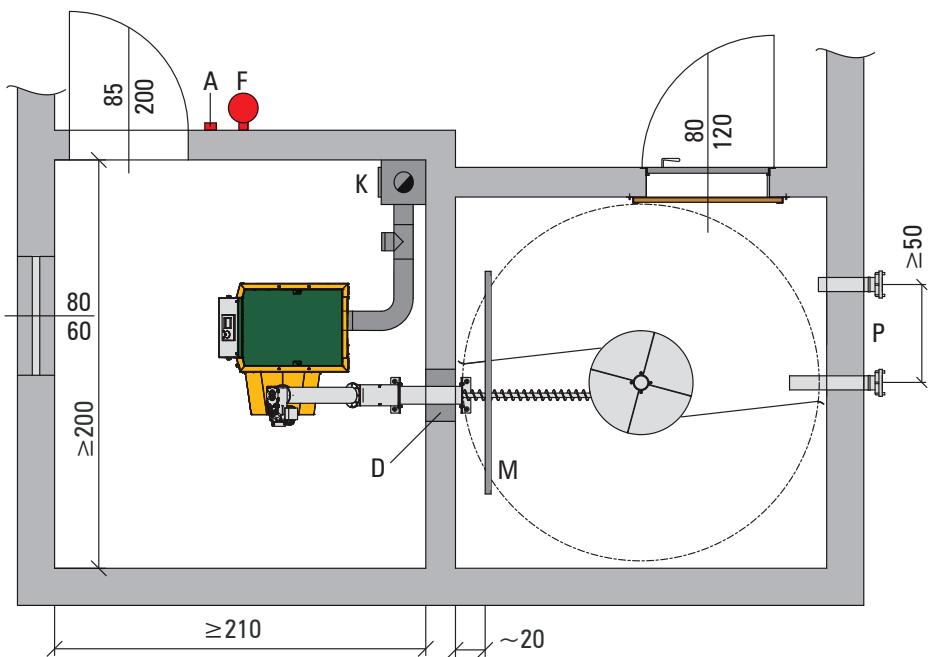
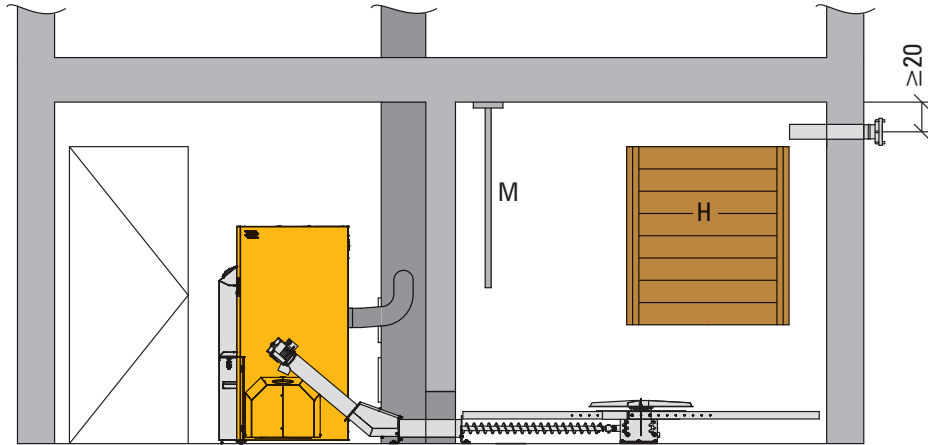
Aprovechamiento del silo	★★★★★
Facilidad de planificación	★★★★☆
Facilidad de montaje	★★★★☆



Sinfín ascendente con desviación del eje B en función del desnivel del depósito

Desnivel del silo (mm)	B			
	Sinfín ascendente 1	Sinfín ascendente 2	Sinfín ascendente 3	Sinfín ascendente 4
	A = 785 mm C = 487 mm	A = 910 mm C = 599 mm	A = 1.010 mm C = 679 mm	A = 1.160 mm C = 808 mm
0	0	0-350	0-470	440-640
50	—	0-270	0-420	350-600
100	—	0-120	0-340	220-550
150	—	0	0-240	0-500
200	—	—	0	0-430
250	—	—	0	0-330
300	—	—	—	0-190
350	—	—	—	0

## Agitador de pelets Plus con tornillo sinfín en codo (puede colocarse el silo junto a la sala de calderas o sobre ella)



### Leyenda

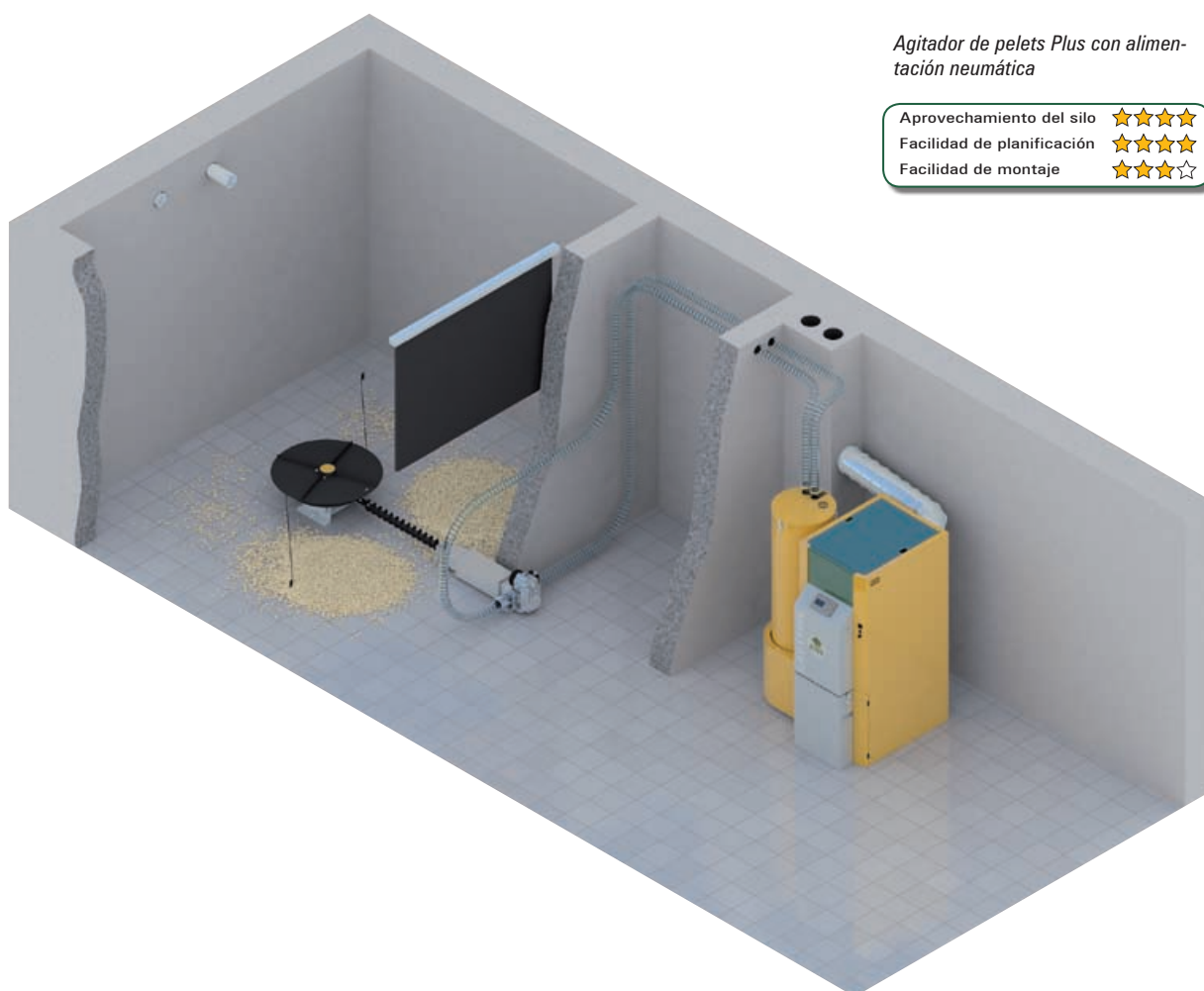
<b>A</b>	Interruptor de parada de emergencia: Caldera NO sin corriente, pero combustión parada - la disipación de calor continúa
<b>D</b>	Pasamuros 35x35cm: cerrar después del montaje – canal acústicamente aislado
<b>F</b>	Extintor de incendios
<b>H</b>	Tablas de madera
<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm</li> <li>• Ejecución del tubo de salida de humos y la chimenea según la tabla "Datos técnicos"</li> <li>• Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones</li> </ul>
<b>M</b>	Pantalla de protección de impactos

<b>P</b>	<p>Toberas de inyección de pelets</p> <p>Colocar las toberas de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración <math>\geq 50</math> cm en la parte lateral de las toberas de inyección, en dirección a la puerta del silo. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben colocarse a <math>\geq 50</math> cm de las paredes laterales y a <math>\geq 20</math> cm del techo.</p>
<b>INDICACIONES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq 400</math> cm<sup>2</sup></li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>

## Agitador de pelets Plus con alimentación neumática

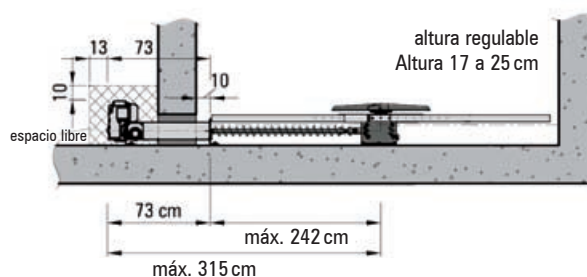
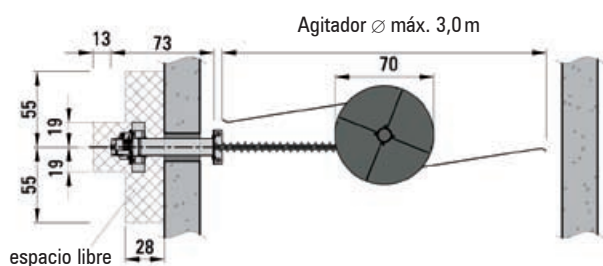
El agitador de pelets Plus está constituido por el agitador, el engranaje y un tornillo sinfín que puede ser acortado en el momento de la instalación. La gran ventaja de este sistema de alimentación es el mejor aprovechamiento del volumen del silo. De esta manera no es necesaria una construcción de suelo inclinado. También se reducen al mínimo los costes de planificación y de montaje para el instalador.

El agitador de pelets Plus, en combinación con la alimentación neumática, es apto especialmente para recintos de almacenamiento alejados de la sala de calderas. Pueden lograrse longitudes de aspiración de 25 m y diferencias de altura de hasta 5 m. Mediante la optimización sónica del sistema de transporte por aspiración, así como un contenedor de almacenamiento grande, el funcionamiento de la instalación es silencioso.

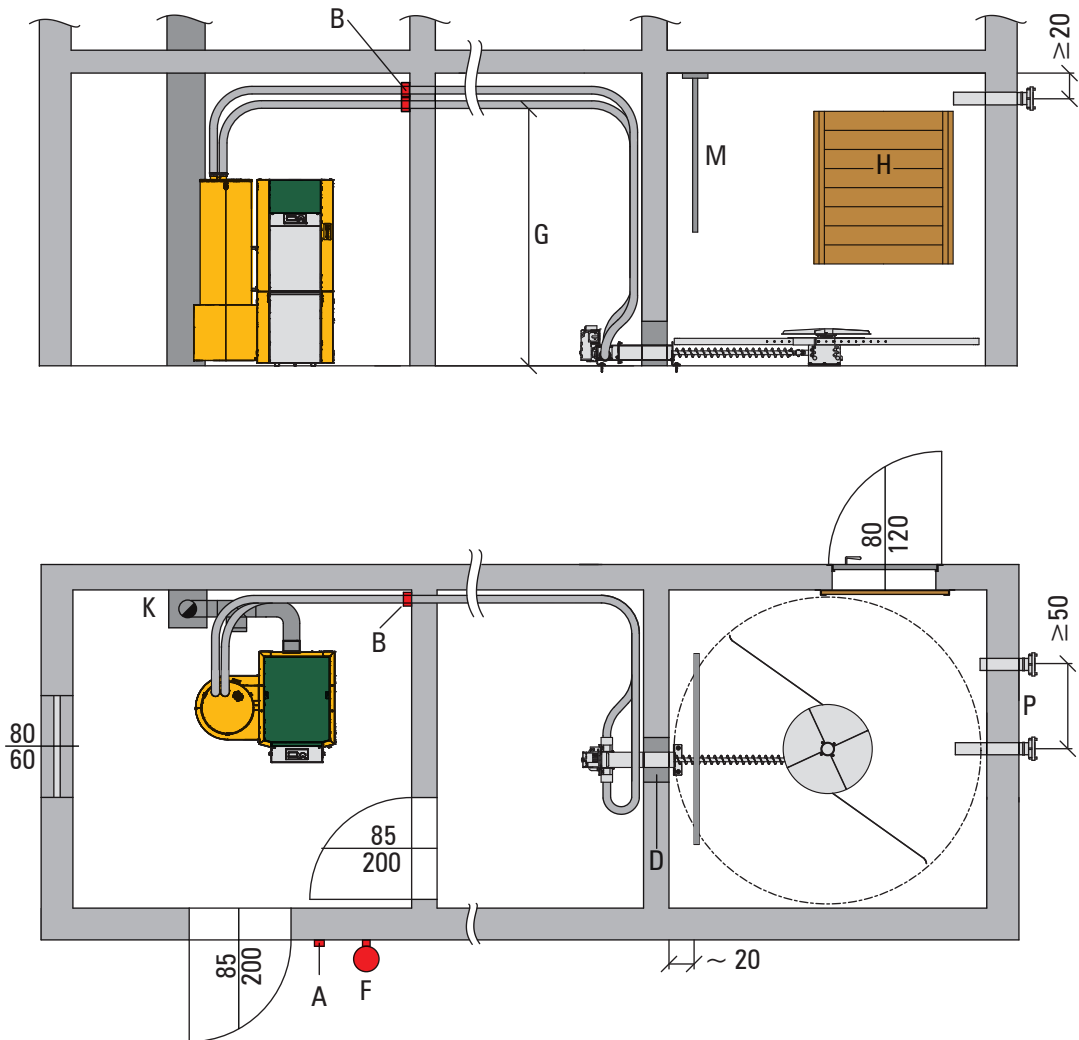


Agitador de pelets Plus con alimentación neumática

Aprovechamiento del silo	★★★★★
Facilidad de planificación	★★★★★
Facilidad de montaje	★★★★☆



## Agitador de pelets Plus con alimentación neumática (Depósito junto, sobre o debajo de la sala de calderas)



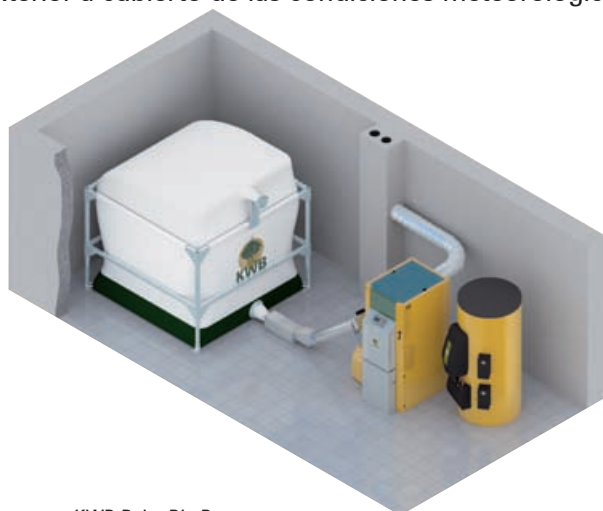
### Leyenda

<b>A</b>	Interruptor de parada de emergencia: Caldera NO sin corriente, pero combustión parada - la disipación de calor continúa
<b>B</b>	Manguito de protección contra incendios $\varnothing$ 6 cm, orificio $\varnothing$ 7 cm – cerrar después del montaje
<b>D</b>	Pasamuros 35x35 cm: cerrar después del montaje – canal acústicamente aislado
<b>F</b>	Extintor de incendios
<b>G</b>	Conducción de manguera <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud máxima: 25 m</li> <li>• Altura de transporte máxima sin escalón: 3 m</li> <li>• Altura de transporte total máxima con escalón: 5 m - montar, como más tarde, después de un escalón con diferencia de altura de 3 m</li> <li>• por escalón conducir mangueras mín. 1m horizontales</li> <li>• Todos los radios de curvatura de mangueras de alimentación mín. 40 cm</li> </ul>
<b>H</b>	Tablas de madera

<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm</li> <li>• Ejecución del tubo de salida de humos y la chimenea según la tabla "Datos técnicos"</li> <li>• Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones</li> </ul>
<b>M</b>	Pantalla de protección de impactos
<b>P</b>	<p>Tobera de inyección de pelets</p> <p>Colocar la tobera de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración <math>\geq</math> 50 cm en la parte lateral de la tobera de inyección, en dirección a la puerta del almacén. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben colocarse a <math>\geq</math> 50 cm de las paredes laterales y a <math>\geq</math> 20 cm del techo.</p>
<b>INDICACIONES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq</math> 400 cm<sup>2</sup></li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>

## KWB Pellet Big Bag con tornillo sinfín en codo o alimentación neumática

La extracción de combustible del KWB Pelet Big Bag y el transporte a la caldera se efectúa mediante el agitador de pellets Plus en combinación con tornillo sinfín en codo (tipo EF2 S) o con alimentación neumática (tipo EF2 GS). El nuevo KWB Pelet Big Bag tiene, como punto fuerte, el óptimo aprovechamiento del espacio. De serie están disponibles con un volumen de 2,2 hasta 10,5 toneladas y lona antiestática diseñada a prueba de polvo soportada por un armazón de acero galvanizado. El KWB Pelet Big Bag puede instalarse o bien directamente en la sala de calderas (dependiendo de las disposiciones vigentes locales de protección contra incendios), en el silo o en el exterior a cubierto de las condiciones meteorológicas, manteniendo una cierta distancia mínima a la calefacción.



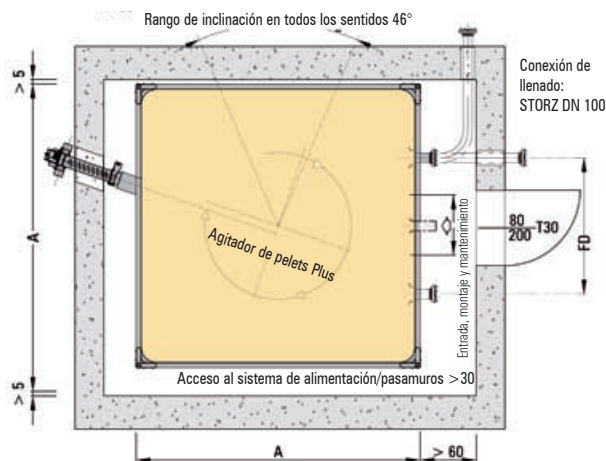
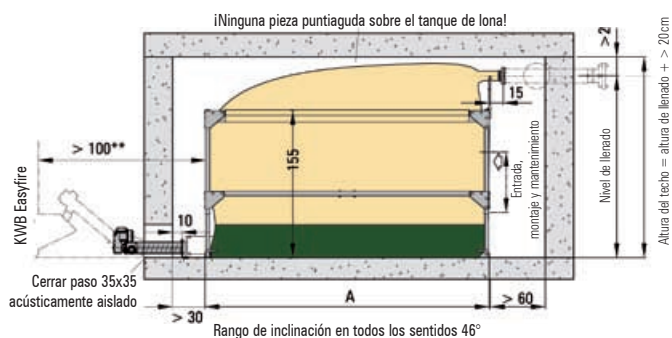
para KWB Pellet Big Bag con tornillo sinfín en codo

Aprovechamiento del silo	★★★★★
Facilidad de planificación	★★★★☆
Facilidad de montaje	★★★☆☆



para KWB Pellet Big Bag con alimentación neumática

Aprovechamiento del silo	★★★★★
Facilidad de planificación	★★★★☆
Facilidad de montaje	★★★☆☆



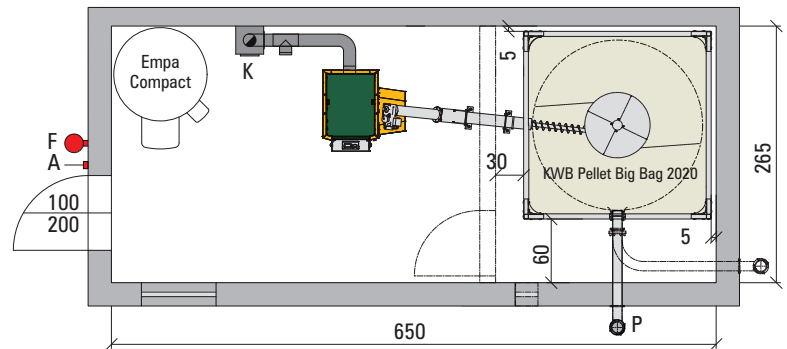
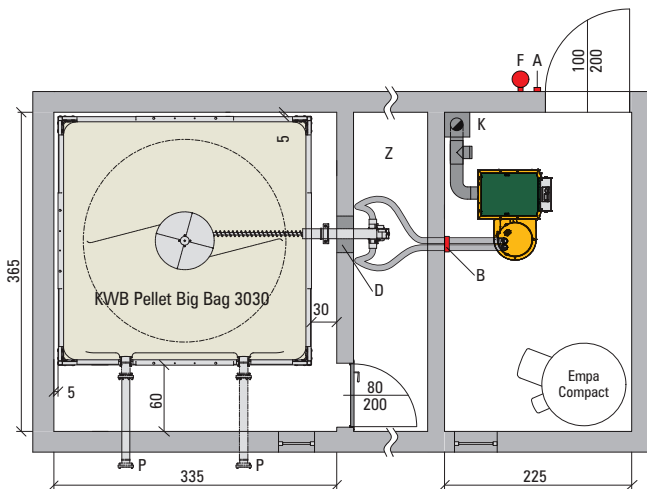
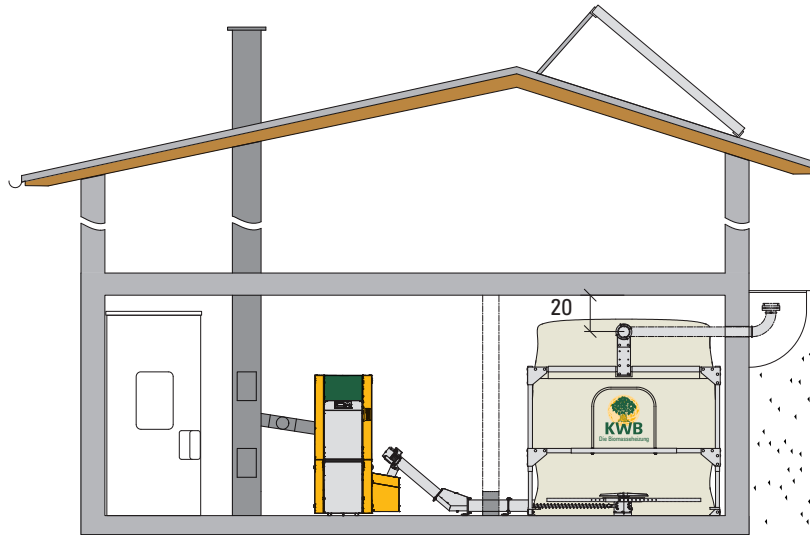
Largo x Ancho	A:	[m]	1,5 x 1,5m	2,0 x 2,0m	2,5 x 2,5m	3,0 x 3,0m
Capacidad* (máx.):	Toberas de inyección inferiores	[t]	< 2,2t	< 3,9t	< 6,5t	< 9,3
Capacidad* (máx.):	Toberas de inyección superiores	[t]	< 2,3t	< 4,1t	< 6,9t	< 10,5t
Altura de llenado	Altura de llenado:	[cm]	162 o 177 o 192			
Altura de recinto (mín.)	Altura de recinto:	[cm]	altura de llenado + > 20cm			
Aperturas de llenado	Cantidad	Unidad	1 unidad	1 unidad	2 unidades	2 unidades
Distancia de llenado	Distancia de llenado:	[cm]	-	-	100 cm	140 cm

\*La capacidad depende de: iTécnica de llenado, propiedades de los pellets, espacio necesario, tamaño del depósito y altura de las toberas de inyección!

\*\* Dependiendo de las disposiciones vigentes locales de protección contra incendios puede instalarse el KWB Pellet Big Bag directamente en la sala de calderas manteniendo una cierta distancia mínima a la calefacción. Con la protección correspondiente contra la climatología, el KWB Pellet Big Bag puede instalarse al aire libre. Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios.

El KWB Pellet Big Bag no necesita aspiración - el aire sale a través del tejido y debe poder salir al aire libre a través de una abertura (mín. 400 cm<sup>2</sup>). Características constructivas del lugar de instalación: seco, nivelado, liso, limpio, firme - mín. 1.500kg/m<sup>2</sup>

## KWB Pellet Big Bag con husillo sinfín curvado o transporte por aspiración (silo junto, sobre o debajo de la sala de calderas)



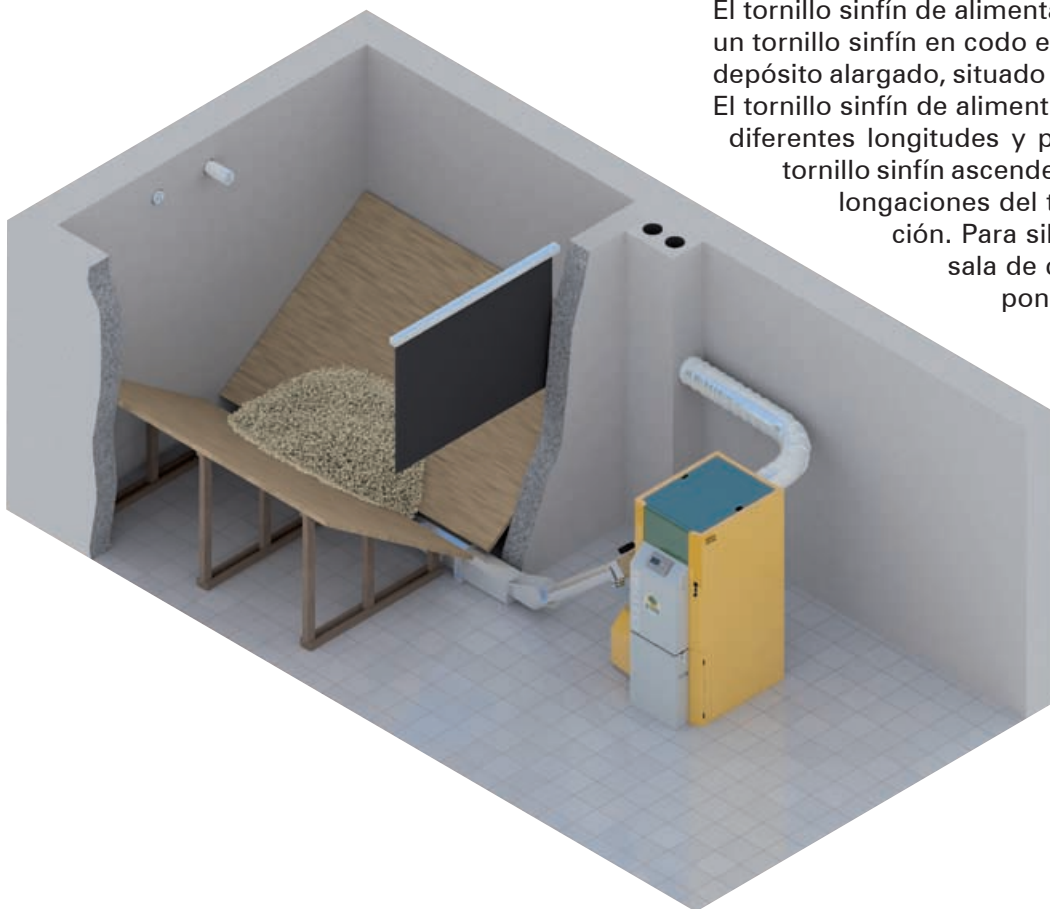
### Leyenda

<b>A</b>	Interruptor de parada de emergencia: Caldera NO sin corriente, pero combustión parada - la disipación de calor continúa
<b>B</b>	Manguito de protección contra incendios $\varnothing$ 6 cm, orificio $\varnothing$ 7 cm – cerrar después del montaje
<b>D</b>	Pasamuros 35x35 cm: cerrar después del montaje – canal acústicamente aislado
<b>F</b>	Extintor de incendios
<b>G</b>	Conducción de manguera <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud máxima: 25 m</li> <li>• Altura de transporte máxima sin escalón: 3 m</li> <li>• Altura de transporte total máxima con escalón: 5 m - montar, como más tarde, después de escalón con diferencia de altura de 3 m</li> <li>• por escalón conducir mangueras mín. 1 m horizontales</li> <li>• Todos los radios de curvatura de mangueras de alimentación mín. 40 cm</li> </ul>

<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm</li> <li>• Ejecución del tubo de salida de humos y la chimenea según la tabla "Datos técnicos"</li> <li>• Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones</li> </ul>
<b>P</b>	Toberas de inyección de pellets: 1 o 2 toberas de inyección (según el tamaño del KWB Pellet Big Bag) – No es necesaria aspiración
<b>Z</b>	Cámara intermedia
<b>INDICACIONES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq</math> 400 cm<sup>2</sup></li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>

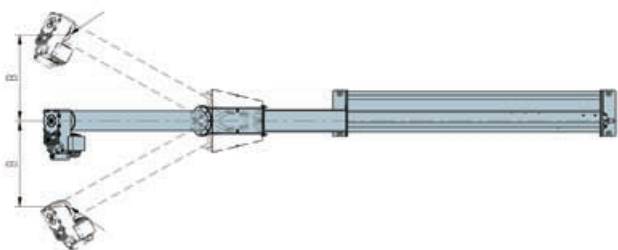
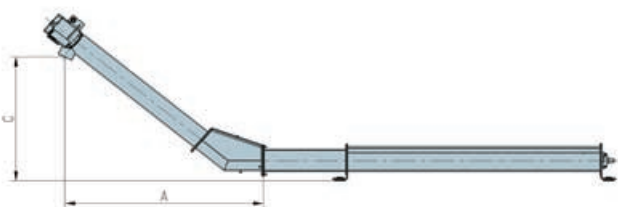
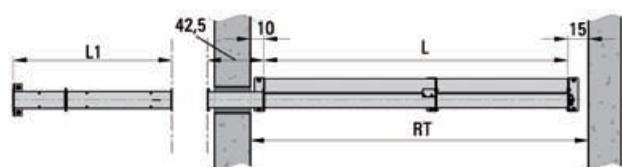
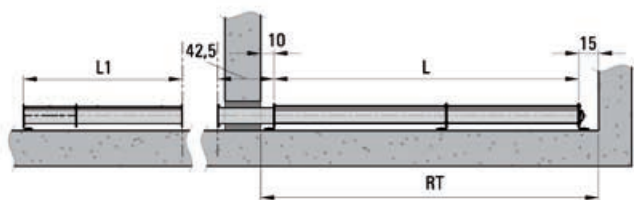
## Tornillo transportador sinfín con tornillo sinfín en codo

El tornillo sinfín de alimentación en combinación con un tornillo sinfín en codo es la solución ideal para un depósito alargado, situado junto a la sala de calderas. El tornillo sinfín de alimentación puede obtenerse en diferentes longitudes y puede combinarse con un tornillo sinfín ascendente y, si procede, con prolongaciones del tornillo sinfín de alimentación. Para silos ubicados encima de la sala de calderas también está disponible el tornillo sinfín de alimentación con manguera descendente. Es un sistema de transporte extremadamente silencioso, libre de mantenimiento, absolutamente fiable y posee un mínimo consumo eléctrico.



Tornillo transportador sinfín con tornillo sinfín en codo

Aprovechamiento del silo ★★★★★  
 Facilidad de planificación ★★★★★  
 Facilidad de montaje ★★★★★



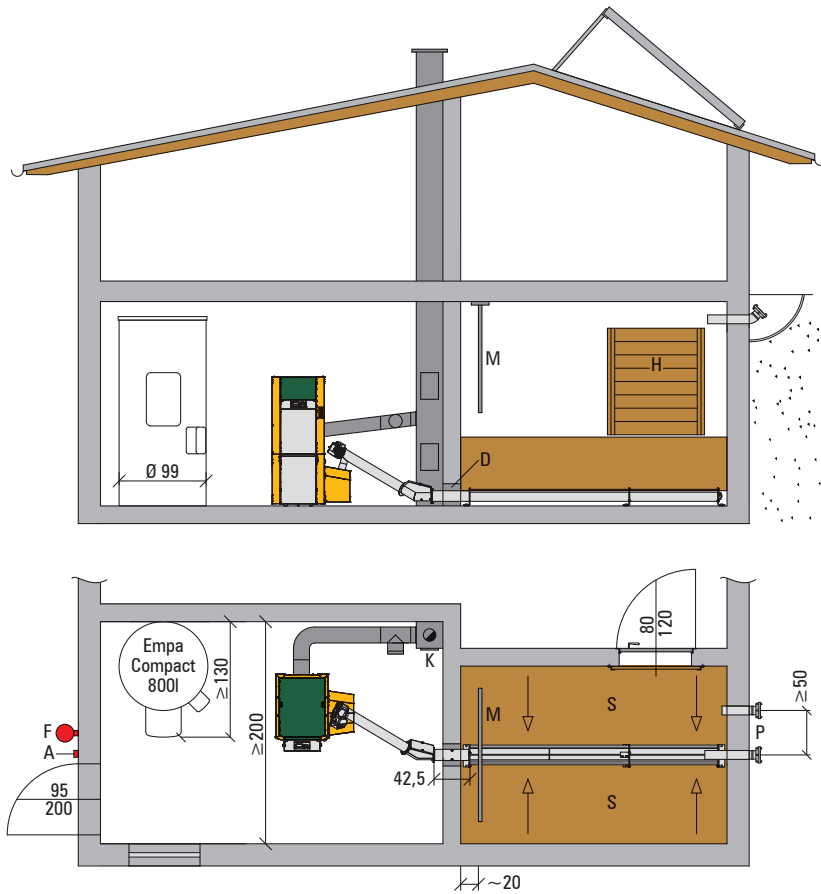
Tornillo transportador sinfín	Extensión del tornillo transportador sinfín
Tornillo transportador sinfín, L = 1.300 mm, RT mín. 1.550 mm	Extensión del tornillo transportador sinfín L1 = 400 mm
Tornillo transportador sinfín, L = 1.800 mm, RT mín. 2.050 mm	Extensión del tornillo transportador sinfín L1 = 800 mm
Tornillo transportador sinfín, L = 2.300 mm, RT mín. 2.550 mm	Extensión del tornillo transportador sinfín L1 = 1.200 mm
Tornillo transportador sinfín, L = 2.600 mm, RT mín. 2.850 mm	Extensión del tornillo transportador sinfín L1 = 1.600 mm
Tornillo transportador sinfín, L = 2.800 mm, RT mín. 3.050 mm	Extensión del tornillo transportador sinfín L1 = 2.000 mm
Tornillo transportador sinfín, L = 3.100 mm, RT mín. 3.350 mm	Extensión del tornillo transportador sinfín L1 = 2.400 mm
Tornillo transportador sinfín, L = 3.600 mm, RT mín. 3.850 mm	
Tornillo transportador sinfín, L = 4.600 mm, RT mín. 4.850 mm	
Tornillo transportador sinfín, L = 4.900 mm, RT mín. 5.150 mm	
Tornillo transportador sinfín, L = 5.400 mm, RT mín. 5.650 mm	

### Sinfín ascendente con desviación del eje B en función del desnivel del depósito

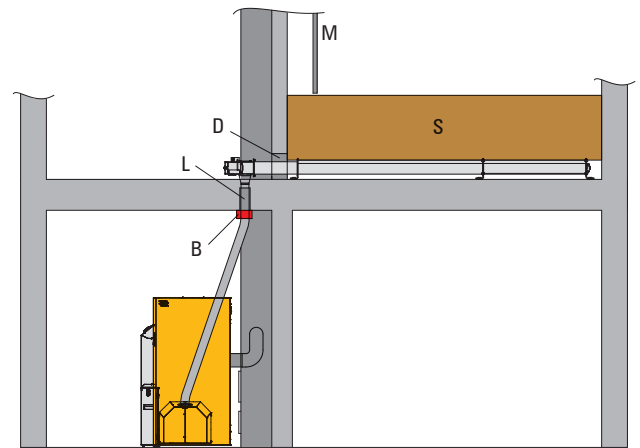
Diferencia de nivel del depósito (mm)	B			
	Sinfín ascendente 1	Sinfín ascendente 2	Sinfín ascendente 3	Sinfín ascendente 4
A = 785 mm C = 487 mm	A = 910 mm C = 599 mm	A = 1.010 mm C = 679 mm	A = 1.160 mm C = 808 mm	
0	0-350	0-470	440-640	
50	—	0-270	0-420	350-600
100	—	0-120	0-340	220-550
150	—	0	0-240	0-500
200	—	—	0	0-430
250	—	—	0	0-330
300	—	—	—	0-190
350	—	—	—	0

Todas las dimensiones en cm

## tornillo transportador sinfín ...



### ... con tornillo sinfín en codo (Silo junto a la sala de calderas)



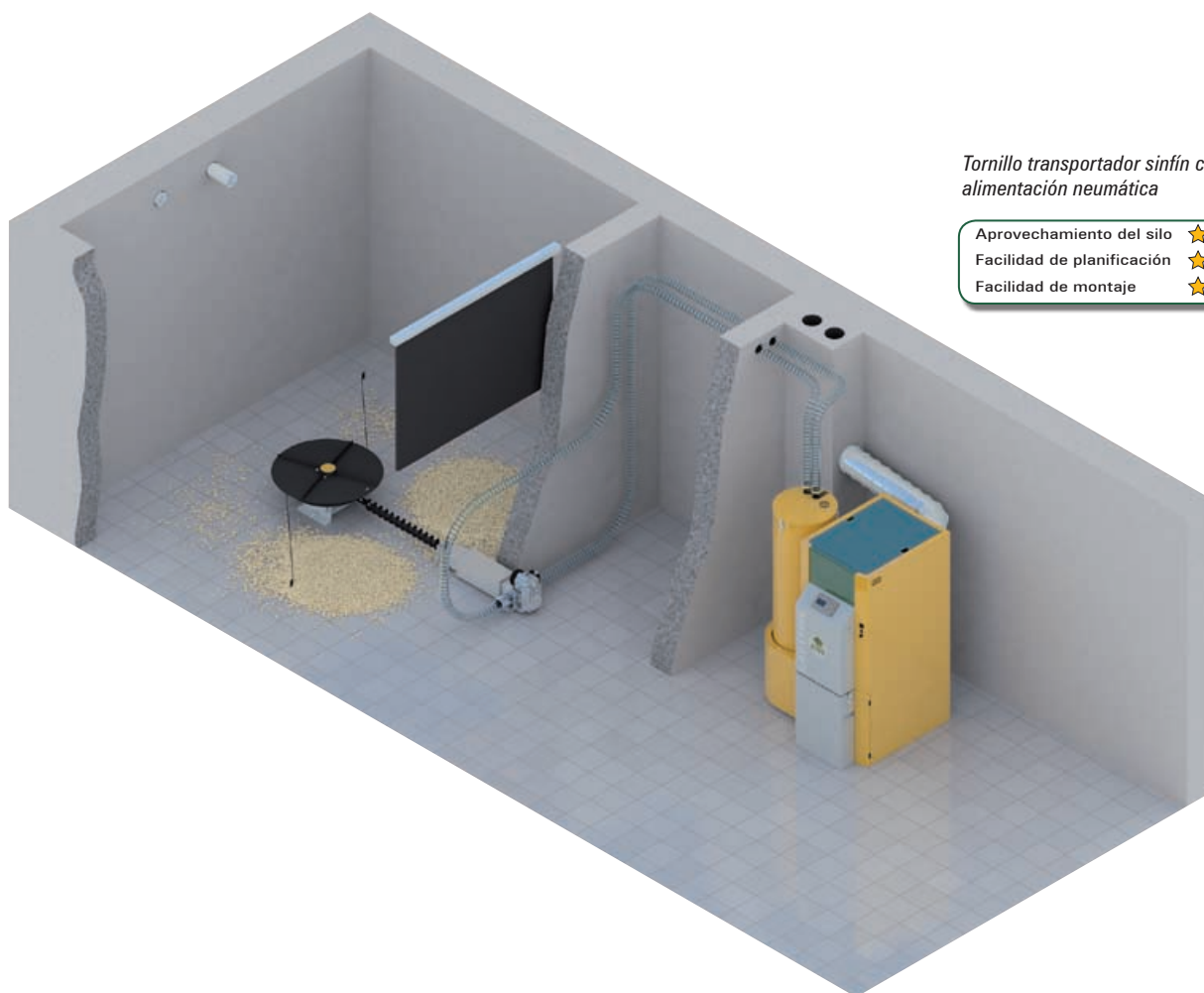
### ... con ejecución de manguera descendente (Silo sobre la sala de calderas)

## Leyenda

<b>A</b>	Interruptor de parada de emergencia: Caldera NO sin corriente, pero combustión parada - la disipación de calor continúa	<b>M</b>	Pantalla de protección de impactos
<b>B</b>	Manguito de protección contra incendios manguera descendente $\varnothing$ 7,5 cm		Toberas de inyección de pellets Colocar las toberas de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración $\geq$ 50 cm en la parte lateral de las toberas de inyección, en dirección a la puerta del almacén. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben colocarse a $\geq$ 50 cm de las paredes laterales y a $\geq$ 20 cm del techo.
<b>D</b>	Pasamuros 35x35 cm: cerrar después del montaje – canal acústicamente aislado	<b>P</b>	
<b>F</b>	Extintor de incendios	<b>S</b>	suelo inclinado
<b>H</b>	Tablas de madera	<b>INDICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq</math> 400 cm<sup>2</sup></li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>
<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm</li> <li>• Ejecución del tubo de salida de humos y la chimenea según la tabla "Datos técnicos"</li> <li>• Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones</li> </ul>		
<b>L</b>	Pasatechos $\varnothing$ 10 cm: cerrar después del montaje, acústicamente aislado		

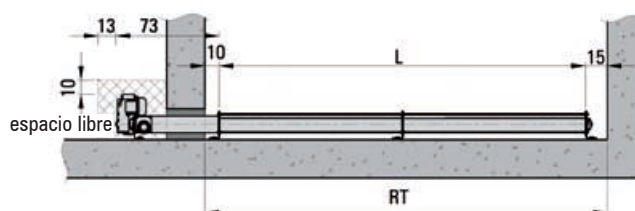
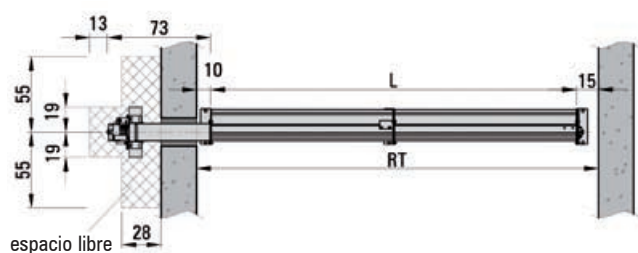
## Tornillo transportador sinfín con alimentación neumática

El sistema de alimentación neumática consta de turbina de aspiración, contenedor de almacenamiento, manguera de aspiración y retorno de aire y el tornillo transportador sinfín extensible modularmente. Es apto especialmente para recintos de almacenamiento alejados de la sala de calderas así como para recintos de almacenamiento situados junto, encima o debajo de la sala de calderas. Los pelets son extraídos del silo mediante un tornillo transportador sinfín y aspirados por la turbina de succión al contenedor de almacenamiento a través de una manguera de aspiración. Pueden lograrse longitudes de aspiración de 25 m y diferencias de altura de hasta 5 m. El sistema es absolutamente fiable y de funcionamiento muy silencioso gracias a las medidas sónicas.

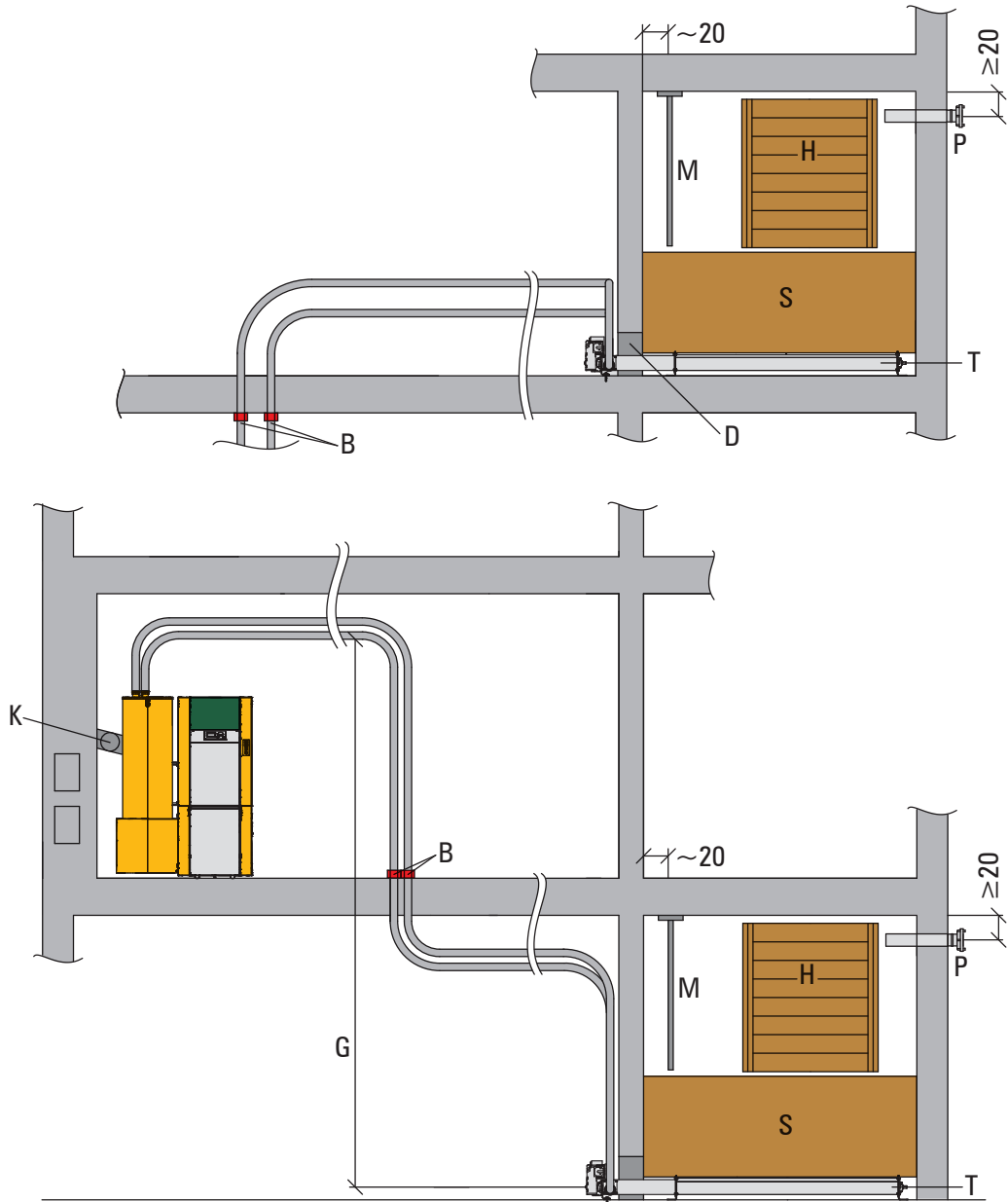


Tornillo transportador sinfín con alimentación neumática

Aprovechamiento del silo	★★★★☆
Facilidad de planificación	★★★★☆
Facilidad de montaje	★★★★☆



## Tornillo transportador sinfín con alimentación neumática (Silo junto, sobre o debajo de la sala de calderas)



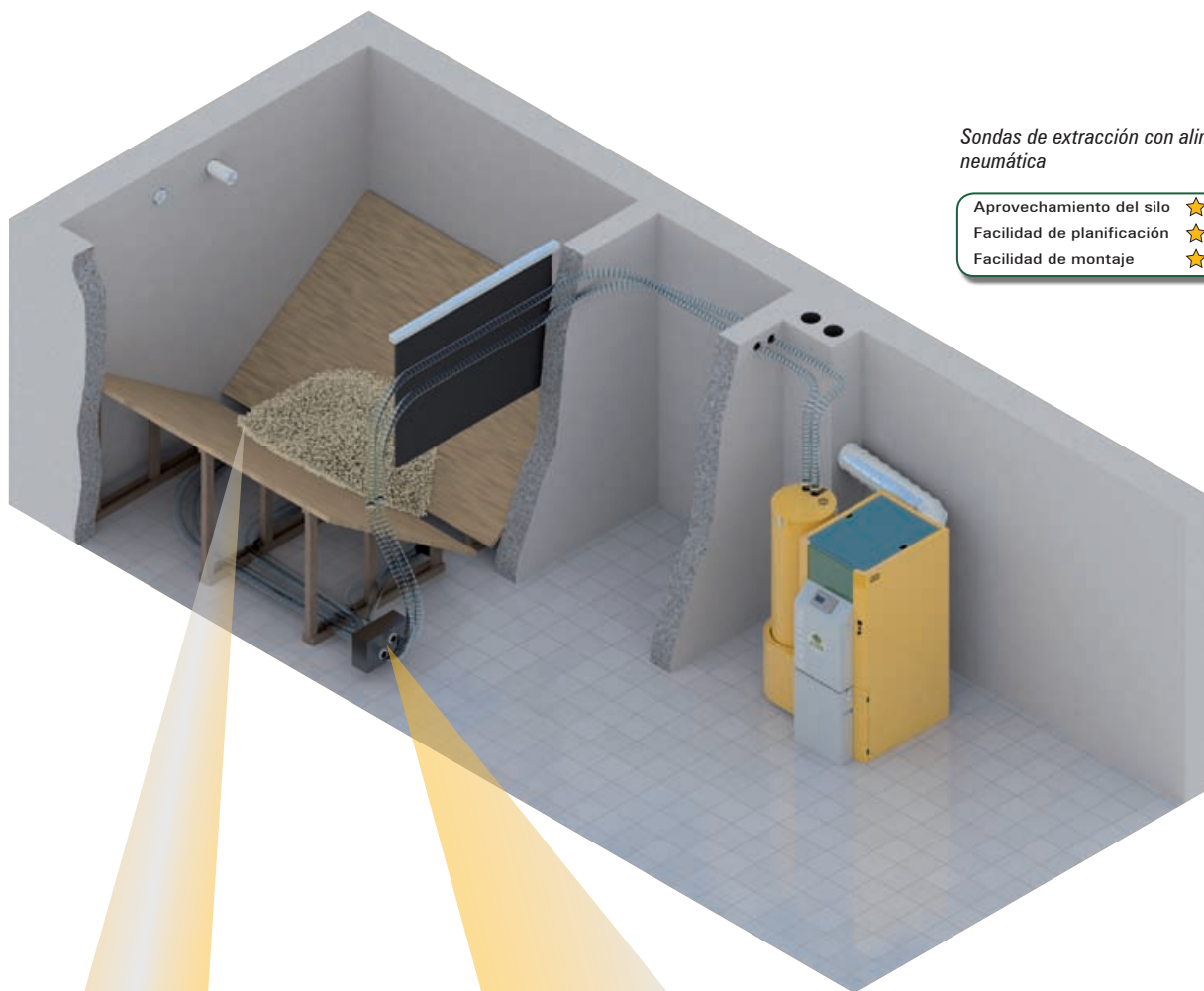
### Leyenda

<b>B</b>	Manguito de protección contra incendios $\varnothing$ 6 cm, orificio $\varnothing$ 7 cm – cerrar después del montaje
<b>D</b>	Pasamuros 35x35cm: cerrar después del montaje – canal acústicamente aislado
<b>G</b>	Conducción de manguera <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud máxima: 25 m</li> <li>• Altura de transporte máxima sin escalón: 3 m</li> <li>• Altura de transporte total máxima con escalón: 5 m – montar, como más tarde, después de escalón con diferencia de altura de 3 m</li> <li>• por escalón conducir mangueras 1 m horizontales</li> <li>• Todos los radios de curvatura de mangueras de alimentación mín. 40 cm</li> </ul>
<b>H</b>	Tablas de madera
<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm</li> <li>• Ejecución del tubo de salida de humos y la chimenea según la tabla "Datos técnicos"</li> <li>• Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones</li> </ul>

<b>M</b>	Pantalla de protección de impactos
<b>P</b>	Toberas de inyección de pelets Colocar las toberas de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración $\geq$ 50 cm en la parte lateral de las toberas de inyección, en dirección a la puerta del almacén. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben colocarse a $\geq$ 50 cm de las paredes laterales y a $\geq$ 20 cm del techo.
<b>S</b>	suelo inclinado
<b>T</b>	tornillo transportador sinfín
<b>INDICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq</math> 400 cm<sup>2</sup></li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>

## Sondas de extracción con alimentación neumática

El sistema de alimentación consta de una unidad de conmutación con 2 manguitos de protección contra incendios integrados y 3 sondas de extracción, que se colocan en el silo y que están unidos con la unidad de conmutación por medio de mangueras de aspiración y de retorno de aire. La conmutación para la extracción de pelets entre las 3 sondas de extracción se realiza automáticamente. Los pelets se alimentan neumáticamente en el contenedor de almacenamiento, a través de una manguera de succión, por medio de la turbina de succión. Este sistema es especialmente indicado para silos alargados colocados junto, sobre o debajo de la sala de calderas y se caracteriza por un uso flexible, bajo coste de planificación y fácil montaje.



*Sondas de extracción con alimentación neumática*

Aprovechamiento del silo	☆☆☆☆
Facilidad de planificación	☆☆☆☆
Facilidad de montaje	☆☆☆☆

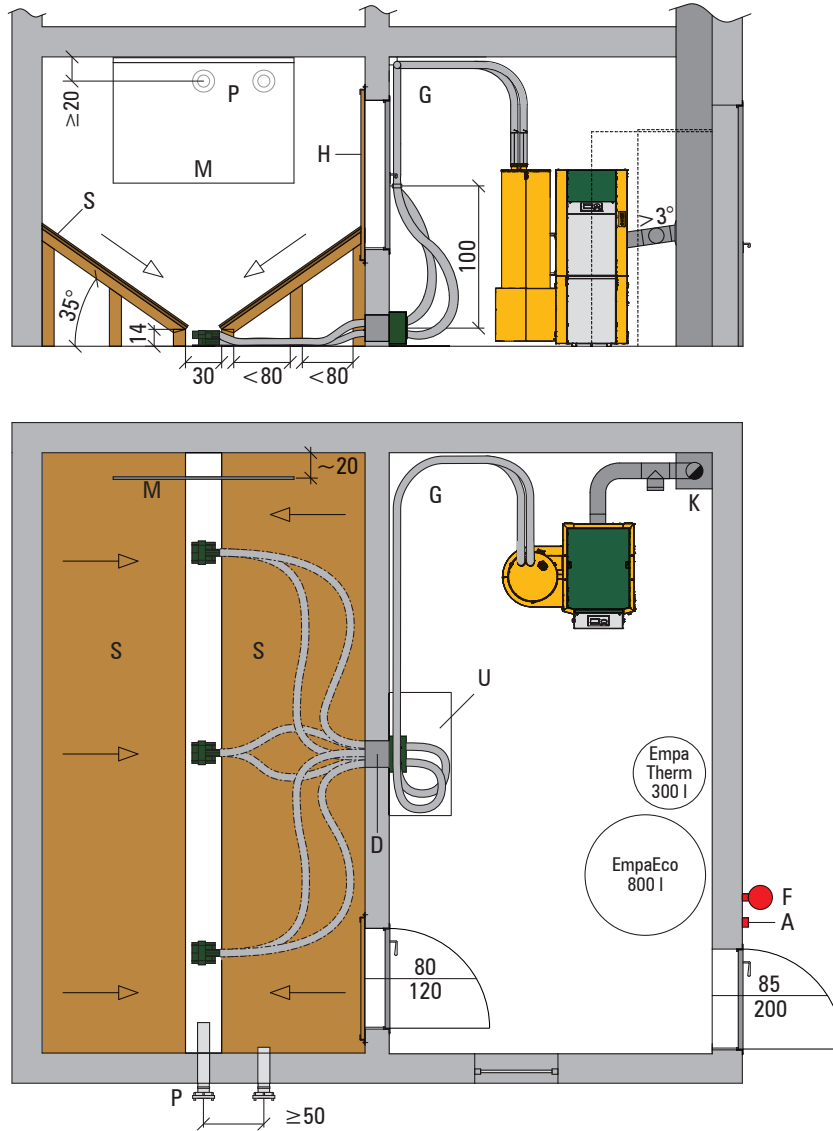


*Sondas de extracción KWB: seguridad óptima gracias a 3 puntos de extracción separados en el silo*



*Unidad de conmutación: Conmutación automática de las sondas de extracción*

## Sondas de extracción con alimentación neumática (Silo junto, sobre o debajo de la sala de calderas)



### Leyenda

<b>A</b>	Interruptor de parada de emergencia: Caldera NO sin corriente, pero combustión parada - la disipación de calor continúa	<b>P</b>	Toberas de inyección de pellets Colocar las toberas de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración $\geq 50$ cm en la parte lateral de las toberas de inyección, en dirección a la puerta del almacén. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben instalarse a $\geq 50$ cm de las paredes laterales y a $\geq 20$ cm del techo.
<b>D</b>	Pasamuros $\varnothing 22$ cm, eje central: Borde superior del suelo +15 cm (cerrar de forma ignífuga)	<b>S</b>	suelo inclinado Para que no queden cantidades de pellets residuales entre las sondas de extracción pueden montarse inclinaciones en las partes frontal y del fondo del silo, así como cuñas entre las sondas de extracción. Dado que en el curso del año se deposita polvo de pellets en el fondo, con este sistema de alimentación, KWB recomienda una limpieza o vaciado completo del silo cada 2 o 3 años.
<b>F</b>	Extintor de incendios	<b>U</b>	Tener en cuenta el espacio libre (mín. 50 x 100 x 100 cm)
<b>G</b>	Conducción de manguera • longitudes y alturas máximas de transporte (diferencia entre el nivel más alto y más bajo de la manguera): - 25 m de longitud con 1,8 m de diferencia de altura - 15 m de longitud con 2,8 m de diferencia de altura - < 10 m de longitud con 4,5 m de diferencia de altura • montar, como más tarde, después de escalón con diferencia de altura de 3 m • por escalón conducir mangueras 1 m horizontales • Todos los radios de curvatura de mangueras de alimentación mín. 40 cm	<b>INDICACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq 400</math> cm<sup>2</sup></li> <li>• Requisito: suministro de tensión estable de 220VCA mín. bajo carga.</li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>
<b>H</b>	Tablas de madera		
<b>K</b>	• Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm • Ejecución del tubo de salida de humos y la chimenea según la tabla "Datos técnicos" • Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones		
<b>M</b>	Pantalla de protección de impactos		

## Alimentación neumática con tanque subterráneo

Para el caso de que no haya ningún lugar para un depósito dentro de un edificio, existe la posibilidad de instalar un depósito subterráneo, que puede ser enterrado en el jardín y desde el cual los pelets son transportados a la KWB Easyfire mediante un sistema de aspiración. La gama de productos de KWB no incluye el propio depósito subterráneo ni el sistema de extracción desde el mismo. KWB recomienda el sistema Geotank de Geoplast Kunststofftechnik GmbH, A-2604 Theresienfeld, Bahnstraße 45, [www.pelletstank.com](http://www.pelletstank.com).

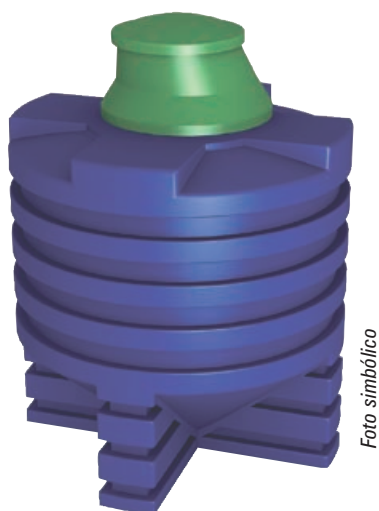
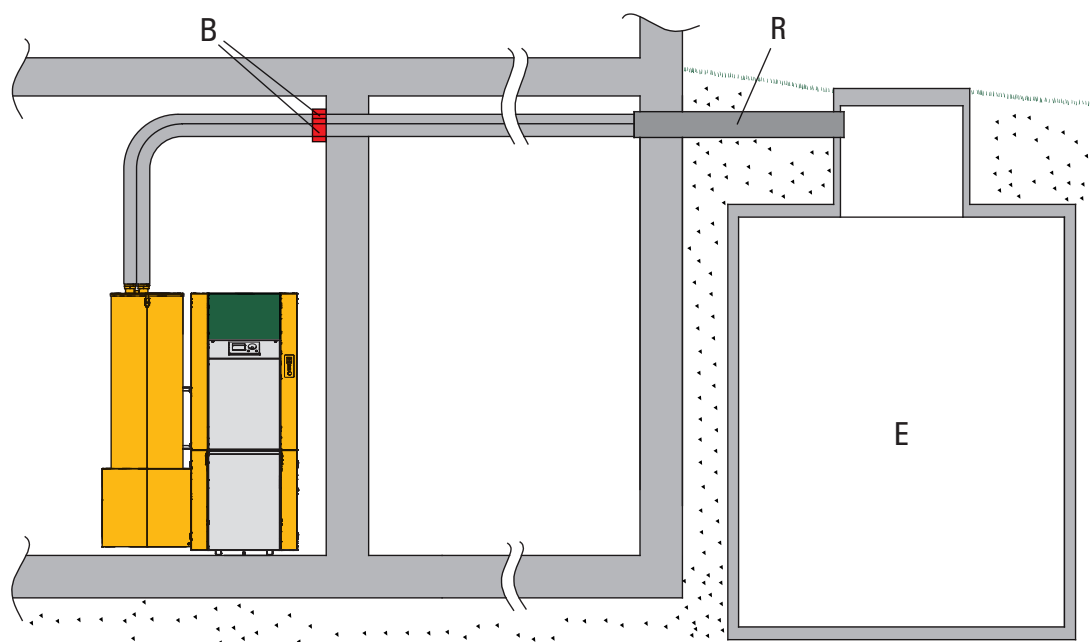


Foto simbólica

Alimentación neumática con tanque subterráneo

- Aprovechamiento del silo ★★★★★
- Facilidad de planificación ★☆☆☆☆
- Facilidad de montaje ★☆☆☆☆

## Leyenda

<b>B</b>	Manguito de protección contra incendios Ø 6 cm, orificio Ø 7 cm – cerrar después del montaje
<b>E</b>	Depósito subterráneo
<b>R</b>	El usuario debe proporcionar e instalar un tubo protector (Ø 150 o 200 mm) para el tendido subterráneo de las mangueras de succión. El tubo protector y el pasamuros deben ejecutarse sellados hacia el exterior.

<b>INDICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas <math>\geq 400 \text{ cm}^2</math></li> <li>• Montar el accionamiento fuera del silo</li> <li>• Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas</li> <li>• ¡Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción!</li> <li>• ¡Respete las distancias fijadas legalmente hacia los materiales inflamables!</li> </ul>
-------------------	---



## Plataforma de regulación KWB Comfort 3

KWB Comfort 3 es un sistema de estructura modular que sirve para utilizar y regular el sistema de calefacción con biomasa KWB.

Se pueden realizar todos los ajustes con el **mando de dos botones** en combinación con una **ruedecilla** a través de la innovadora **pantalla gráfica** claramente estructurada. Con el menú lógicamente estructurado se pueden configurar con facilidad los parámetros para la caldera, el circuito de calefacción, el acumulador de agua caliente sanitaria y el depósito de inercia.

El sistema de regulación adapta la potencia de la caldera automáticamente y de forma continua desde el estado de disponibilidad hasta el de plena carga en función del calor necesario. El sistema de regulación garantiza unas condiciones óptimas de combustión, pocas emisiones y la máxima rentabilidad.

Además de la **regulación de la combustión** se dispone también de una amplia **regulación de la gestión del calor** tanto para casas unifamiliares como para microrredes de calefacción. El sistema KWB Comfort puede ampliarse modularmente permitiendo controlar hasta 34 circuitos de calefacción, 17 depósitos de inercia y 17 acumuladores de agua caliente sanitaria. También es posible conectar en red varios mandos a distancia digitales o analógicos.

### La plataforma de regulación consta de los siguientes componentes:

- 1. Placa base:** Contiene todas las entradas/salidas de la regulación de la caldera, incluidos los sensores y conexiones para cableado externo. La placa base contiene también el control para un acumulador de agua caliente sanitaria y un depósito de inercia con dos sensores de temperatura.
- 2. Mando de control de la caldera:** Este módulo se utiliza para manejar y regular la caldera, así como para la gestión del calor. Además, el mando de control de la caldera puede ser utilizado también para la visualización de datos, como termómetro interior y como unidad de control remoto.
- 3. Mando a distancia analógico:** Para manejar con sencillez un circuito de calefacción, con sensor para el control de la temperatura ambiente. Consta de una ruedecilla para la regulación de la temperatura nominal ambiente en pasos de  $\pm 5$  °C y selector de cuatro posiciones para seleccionar uno de los programas de calefacción: modo automático, de protección antiheladas, modo de día o de noche.
- 4. Mando a distancia digital:** Permite manejar uno o más circuitos de calefacción con sensor para el control de la temperatura ambiente, así como configurar y supervisar la gestión del circuito de calefacción, del acumulador de agua caliente sanitaria y del depósito de inercia desde las habitaciones.
- 5. Módulo de ampliación del circuito de calefacción:** Para el control de máx. 2 circuitos de calefacción, un acumulador de agua caliente sanitaria y un depósito de inercia (con dos sensores) por módulo. El manejo y el control se hacen a través del mando de control de la caldera u, opcionalmente, a través de las unidades de control remoto digitales.



*Mando de control de la caldera*



*Módulo de ampliación del circuito de calefacción*



*Unidad de control remoto analógico*

## KWB Comfort SMS

Mediante su teléfono móvil puede consultar los estados actuales de servicio de su calefacción y controlarla activamente (por ejemplo, programa de vacaciones, modo velada). A parte de conectar y desconectar la calefacción puede consultar los estados actuales de servicio o realizar ajustes para los circuitos de calefacción, el depósito de agua caliente sanitaria y el depósito de inercia etc. Además se enviarán los mensajes de alarma al teléfono móvil.

El remitente recibe por SMS una confirmación de la ejecución de los comandos. La redacción de comandos y consultas resulta más fácil si se utilizan las plantillas de SMS que pueden ser enviadas por el KWB Comfort 3 al correspondiente teléfono móvil. KWB Comfort SMS está disponible en español, alemán, inglés, italiano, francés y esloveno.

## KWB Comfort Solar

Mediante el regulador solar **KWB Comfort Solar** se controla la instalación de forma que la energía solar obtenida puede llegar óptimamente al acumulador. A parte de la funcionalidad y el diseño, KWB Comfort Solar destaca sobre todo por la guía de usuario totalmente intuitiva a través de 4 teclas de entrada y un display gráfico. Para la entrada más fácil se encuentran textos de ayuda o gráficos de ayuda en los menús de ajuste. El instalador/especialista en calefacción dispone de un asistente para la puesta en marcha confortable. Además, la fácil consulta de los valores de medición actuales, así como la posibilidad de supervisión de la instalación se caracteriza por el registro y las evaluaciones de datos por medio de la estadística gráfica. El regulador dispone también de la posibilidad de la detección de cantidad de calor mediante un cálculo simple o opcionalmente con ayuda de los valores medidos. Para la medición de la cantidad de calor pueden adquirirse también, a través de KWB, **sensores de caudal Vortex** para registrar el caudal, así como la temperatura de avance y de retorno.

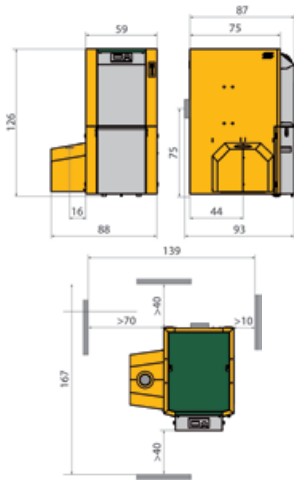


*regulador solar*

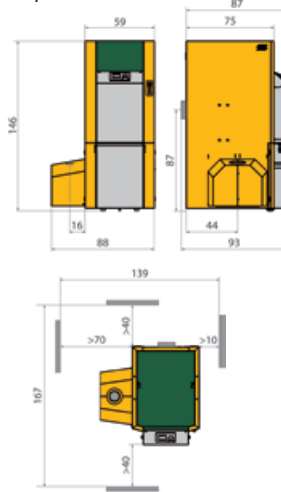
# Dimensiones de instalación KWB Easyfire

## KWB Easyfire para sistemas de tornillo transportador sinfín

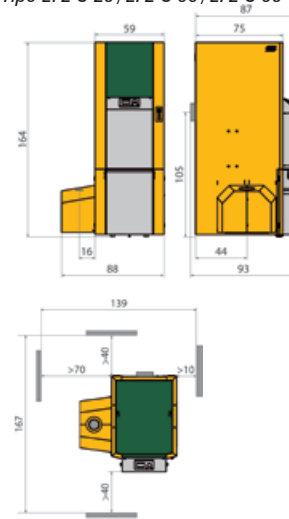
Tipo EF2 S 8/EF2 S 12



Tipo EF2 S 15/EF2 S 22

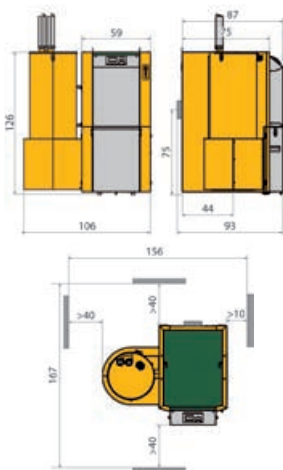


Tipo EF2 S 25/EF2 S 30/EF2 S 35

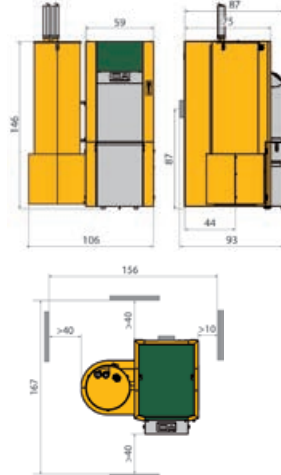


## KWB Easyfire con sistema de alimentación neumática

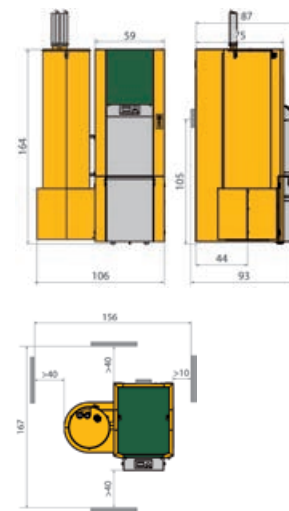
Tipo EF2 GS 8/EF2 GS 12



Tipo EF2 GS 15/EF2 GS 22

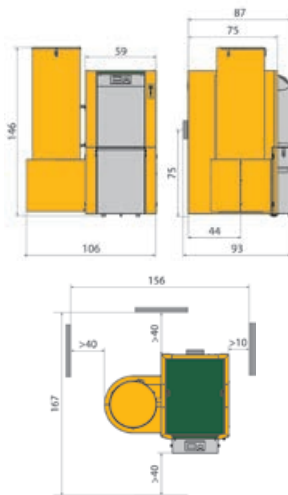


Tipo EF2 GS 25/EF2 GS 30/EF2 GS 35

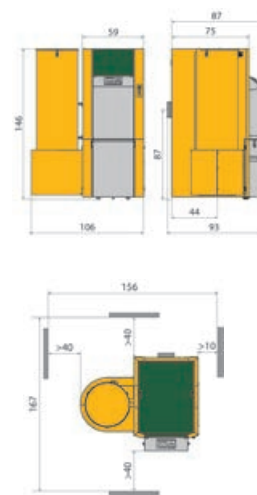


## KWB Easyfire con contenedor de almacenamiento

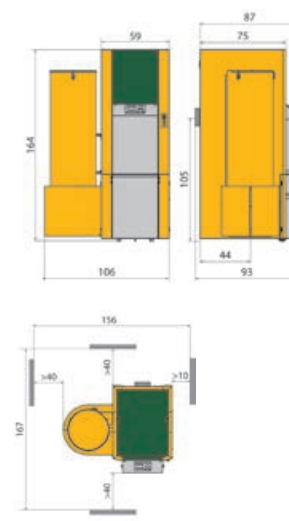
Tipo EF2 V 8/EF2 V 12



Tipo EF2 V 15/EF2 V 22

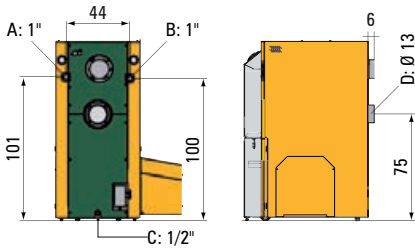


Tipo EF2 V 25/EF2 V 30/EF2 V 35

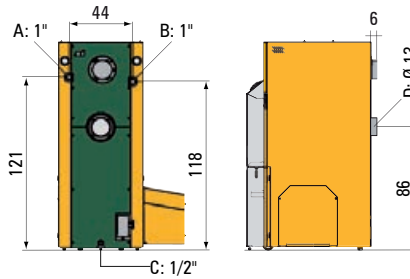


## Dimensiones de conexión

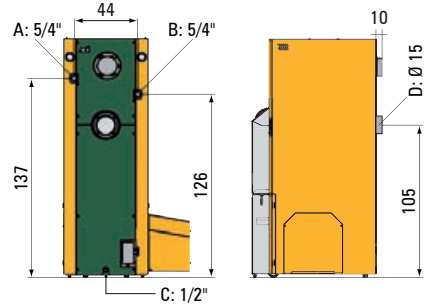
KWB Easyfire 8-12 kW



KWB Easyfire 15-22 kW



KWB Easyfire 25-35 kW

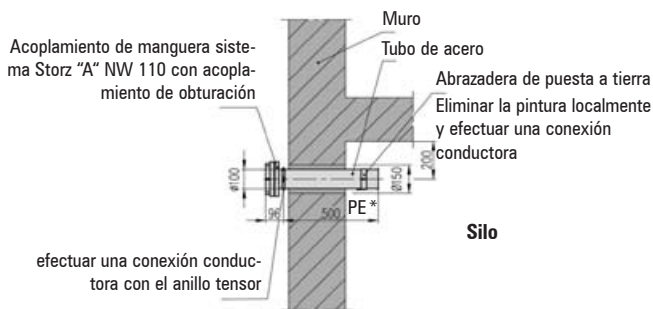


A: Impulsión  
B: retorno

C: Vaciado  
D: Tubo de salida de humos

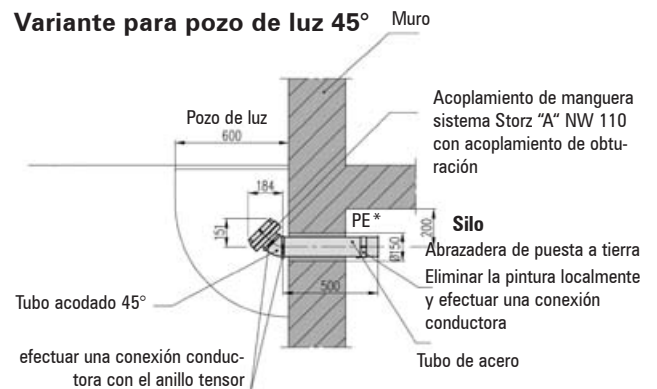
## Variantes de instalación de toberas de inyección de pellets

### Variante estándar

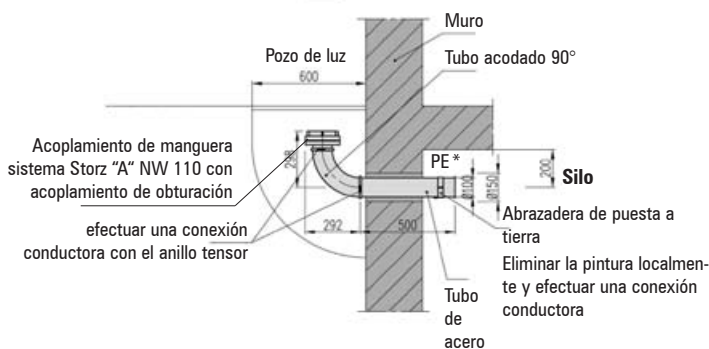


Si el acoplamiento se encuentra en la sala de calderas o bien en el garaje deberá ser provisto de una cubierta desmontable F90.

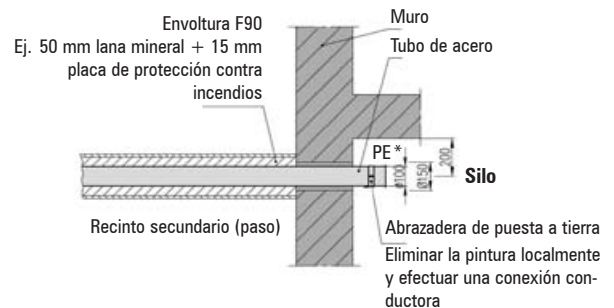
### Variante para pozo de luz 45°



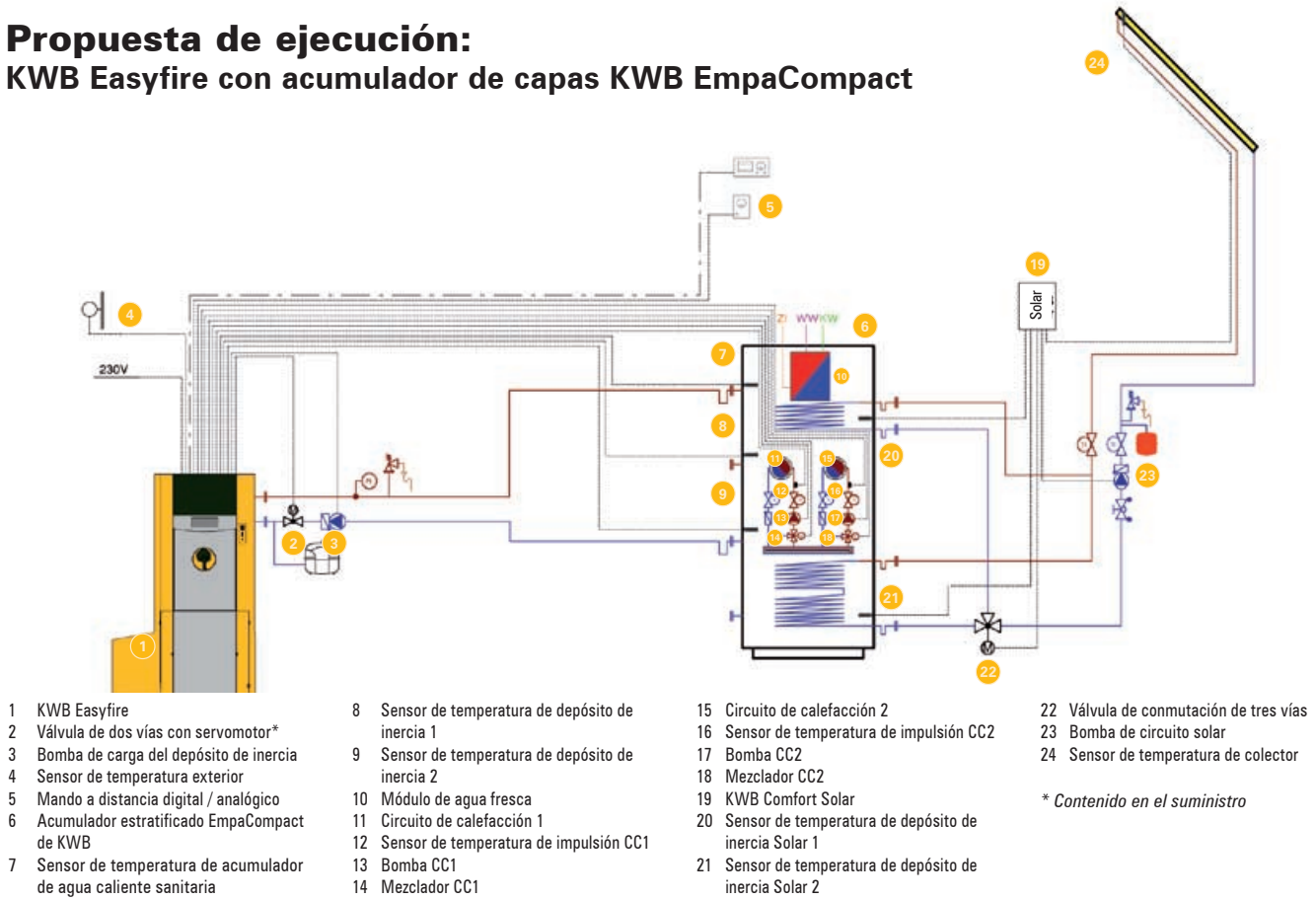
### Variante para pozo de luz 90°



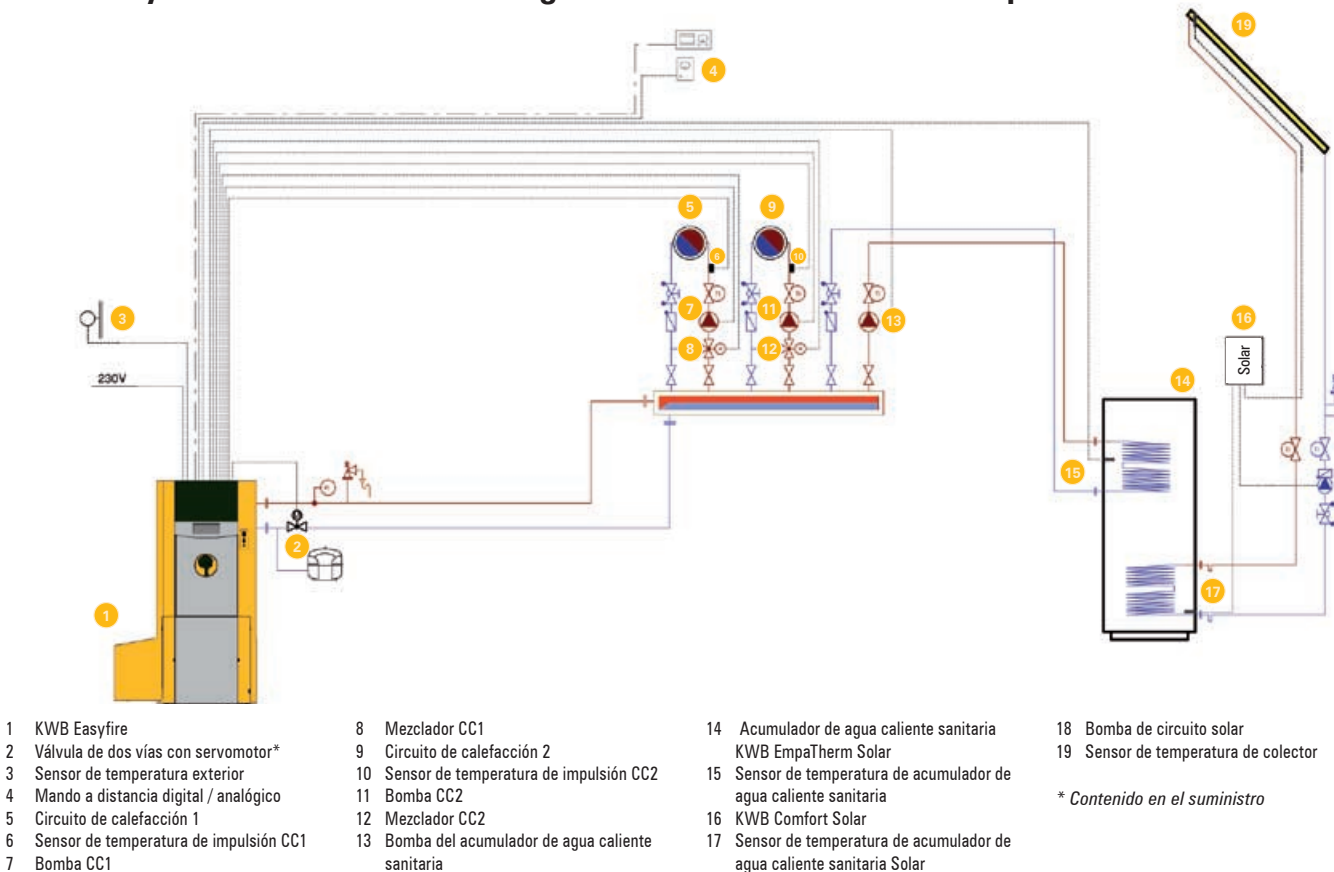
### En caso de paso a través de otros recintos



## Propuesta de ejecución: KWB Easyfire con acumulador de capas KWB EmpaCompact



## Propuesta de ejecución: KWB Easyfire con acumulador de agua caliente sanitaria KWB EmpaTherm Solar



EF2 S / EF2 GS / EF2 V		8	12	15	22	25	30	35
Potencia nominal	kW	8,0	12,0	15,0	22,0	25,0	30,0	34,9
Carga parcial	kW	2,4	3,5	4,4	6,4	7,3	8,7	10,1
Rendimiento de la caldera con potencia nominal	%	94,9	94,0	94,3	95,0	95,2	95,4	95,7
Rendimiento de la caldera con carga parcial	%	88,5	89,4	90,0	91,5	92,4	93,8	95,3
Potencia calorífica del combustible con potencia nominal	kW	8,4	12,8	15,9	23,2	26,3	31,4	36,5
Potencia calorífica del combustible con carga parcial	kW	2,7	4,0	5,0	7,2	8,1	9,6	11
Clase de caldera según EN 303-5		3	3	3	3	3	3	3
<b>Lado de agua</b>								
Volumen de agua	l	40	40	52	52	78	78	78
Diámetro de la conexión de agua	Pulgadas	1	1	1	1	5/4	5/4	5/4
Diámetro de la conexión de agua	DN	25	25	25	25	32	32	32
Resistencia en el lado de agua a 10 K	mbar	5,7	12	34,0	55,9	39,1	62,2	66,2
Resistencia en el lado de agua a 20 K	mbar	1,7	3,5	9,5	15,4	10,8	17,1	18,1
Temperatura de la caldera	°C	60–80	60–80	60–80	60–80	60–80	60–80	60–80
Temperatura de entrada mínima de la caldera (Al instalar la válvula de dos vías con servomotor suministrada por KWB)	°C	10	10	10	10	10	10	10
Temperatura de entrada mínima de la caldera (Al instalar un aumento externo de la temperatura de retorno)	°C	40	40	40	40	40	40	40
Presión de servicio máxima	bar	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Presión de prueba	bar	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
<b>Lado de gases</b>								
Temperatura del hogar		900–1100 °C						
Presión del hogar	mbar	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Grado de tiro con potencia nominal	mbar	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Grado de tiro con carga parcial	mbar	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Tiro de succión		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Temperatura de los gases de escape con potencia nominal (para cálculo de la chimenea)	°C	120	120	120	120	120	120	120
Temperatura de los gases de escape con carga parcial (para cálculo de la chimenea)	°C	90	90	90	90	90	90	90
Caudal másico de los gases de escape con potencia nominal	kg/h	21,3	32,3	40,2	58,5	66,4	79,4	92,2
Caudal másico de los gases de escape con carga parcial	kg/h	6,9	10,2	12,6	18,2	20,5	24,2	27,8
Volumen de gases de escape con potencia nominal	Nm³/h	16,5	24,9	31,1	45,2	51,3	61,4	71,2
Volumen de gases de escape con carga parcial	Nm³/h	5,3	7,9	9,8	14,1	15,9	18,7	21,5
Diámetro del tubo de humos	mm	130	130	130	130	150	150	150
Diámetro de la chimenea (referencia)	mm	140	140	140	140	160	160	160
Altura de conexión del tubo de humos en el lado de la caldera	mm	750	750	870	870	1050	1050	1050
Inclinación del tubo de humos	°	≥ 3°	≥ 3°	≥ 3°	≥ 3°	≥ 3°	≥ 3°	≥ 3°
Ejecución de la caldera		Resistente a la humedad						
Combustible		Pellets solo de madera según ÖNORM M7135 o DIN Plus						
Valor calorífico		17,5 MJ/kg						
Densidad		> 650 kg/m³						
Contenido de agua		8–10 % del peso						
Proporción de cenizas		< 0,5 % del peso						
Longitud		0,5–3 cm						
Diámetro		0,5–0,6 cm						
Proporción de polvo antes de cargar		< 1 % del peso						
Materia prima		Solo madera, proporción de corteza < 15 % del peso						
<b>Ceniza</b>								
Volumen del depósito de cenizas	l	28	28	28	28	28	28	28
Depósito de cenizas lleno	kg	27	27	27	27	27	27	27
Descarga de cenizas		Sí						
Instalación eléctrica EF2 V	W	559,3	559,3	559,3	559,3	577,3	577,3	577,3
Conexión		230 V <sub>AC</sub> , 50 Hz, 13 A						
Instalación eléctrica EF2 S	W	609,3	609,3	609,3	609,3	627,3	627,3	627,3
Conexión		230 V <sub>AC</sub> , 50 Hz, 13 A						
Instalación eléctrica EF2 GS	W	2189,3	2189,3	2189,3	2189,3	2207,3	2207,3	2207,3
Conexión		230 V <sub>AC</sub> , 50 Hz, 13 A						
Instalación eléctrica EF2 GS con sondas de extracción	W	2389,3	2389,3	2389,3	2389,3	2407,3	2407,3	2407,3
Conexión		230 V <sub>AC</sub> , 50 Hz, 13 A						
<b>Transporte por succión modelo EF2 GS</b>								
Longitud máx. de succión	m	25						
Altura máx. de succión	m	5						
Volumen del depósito de alimentación del modelo EF2 GS	l	42	42	67	67	90	90	90
<b>Depósito de alimentación modelo EF2 V</b>								
Volumen del depósito de alimentación del modelo EF2 V	l	107						
<b>Pesos</b>								
Peso de la caldera EF2 V	kg	341	341	370	370	416	416	416
Peso de la caldera EF2 S	kg	326	326	352	352	394	394	394
Peso de la caldera EF2 GS	kg	349	349	378	378	424	424	424

EF2 S / EF2 GS / EF2 V		8	12	15	22	25	30	35
<b>Emisiones según el informe de pruebas</b>		FJ - BLT	FJ - BLT	FJ - BLT	FJ - BLT	FJ - BLT	FJ - BLT	FJ - BLT
Nº informe		BLT-018/10	BLT-019/10	**	BLT-020/10	**	**	BLT-021/10
Contenido de O <sub>2</sub> con potencia nominal	% vol.	7,7	9,2	8,6	7,3	7,0	6,6	6,1
Contenido de O <sub>2</sub> con carga parcial	% vol.	12,4	9,7	9,9	10,3	10,4	10,7	10,9
Contenido de CO <sub>2</sub> con potencia nominal	% vol.	12,8	11,4	11,9	13,2	13,4	13,9	14,4
Contenido de CO <sub>2</sub> con carga parcial	% vol.	8,2	10,9	10,7	10,3	10,2	9,9	9,7
<b>Ref. 10% O<sub>2</sub> seco (EN 303-5)</b>								
CO con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	11,0	33,0	27,6	15,0	13,8	11,9	10,0
CO con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	153,0	20,0	21,5	25,0	25,7	26,8	28,0
NOx con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	148,0	135,0	137,7	144,0	147,5	153,2	159,0
NOx con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	126,0	131,0	131,0	131,0	133,3	137,2	141,0
OGC con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
OGC con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Polvo con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	14,0	21,0	16,8	7,0	8,4	10,7	13,0
Polvo con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	7,0	9,0	11,7	18,0	15,9	12,5	9,0
<b>Ref. 13% O<sub>2</sub> seco (FJ-BLT)</b>								
CO con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	8,0	24,0	20,1	11,0	10,1	8,5	7,0
CO con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	111,0	15,0	15,9	18,0	18,5	19,2	20,0
NOx con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	108,0	98,0	100,1	105,0	107,3	111,2	115,0
NOx con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	91,0	96,0	95,7	95,0	96,8	99,9	103,0
OGC con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
OGC con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Polvo con potencia nominal	mg/Nm <sup>3</sup>	10,0	15,0	12,0	5,0	6,2	8,1	10,0
Polvo con carga parcial	mg/Nm <sup>3</sup>	5,0	7,0	8,8	13,0	11,4	8,7	6,0
<b>Según la norma austríaca S 15a-BVG</b>								
CO con potencia nominal	mg/MJ	5,0	15,0	12,6	7,0	6,3	5,2	4,0
CO con carga parcial	mg/MJ	71,0	9,0	9,9	12,0	12,2	12,6	13,0
NOx con potencia nominal	mg/MJ	68,0	63,0	64,2	67,0	68,4	70,7	73,0
NOx con carga parcial	mg/MJ	58,0	61,0	61,0	61,0	61,9	63,5	65,0
OGC con potencia nominal	mg/MJ	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
OGC con carga parcial	mg/MJ	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Polvo con potencia nominal	mg/MJ	6,0	10,0	7,9	3,0	3,7	4,8	6,0
Polvo con carga parcial	mg/MJ	3,0	4,0	5,2	8,0	7,1	5,5	4,0

\*\* Comprobación según plano, valores interpolados para tamaños intermedios  
 FJ - BLT Franciso Josephinum Wieselburg – Biomass Logistic Technology  
 mg/Nm<sup>3</sup> Miligramos por metro cúbico normalizado (1 Nm<sup>3</sup> bajo 1.013 hectopascasles a 0 °C)

## Consumo de combustible y tamaño del depósito de pelets

Carga térmica del edificio [kW]	Consumo al año [kg/a]	Tamaño del silo para el consumo anual: aprovechamiento moderado del espacio – silo clásico con fondo inclinado [m <sup>3</sup> ]	Tamaño del silo para el consumo anual*: aprovechamiento moderado del espacio – silo clásico con fondo inclinado [m <sup>2</sup> ]	Tamaño del silo para el consumo anual: aprovechamiento máximo del silo sin fondo inclinado; Ej. agitador de pellets Plus [m <sup>3</sup> ]	Tamaño del silo para el consumo anual*: aprovechamiento máximo del silo sin fondo inclinado; Ej. agitador de pellets Plus [m <sup>2</sup> ]
8	3.200	7,2	2,9	6,0	2,4
12	4.800	10,8	4,3	9,0	3,6
15	6.000	13,5	5,4	11,3	4,5
22	8.800	19,8	7,9	16,5	6,6
25	10.000	22,5	9,0	18,8	7,5
30	12.000	27,0	10,8	22,5	9,0
35	14.000	31,5	12,6	26,3	10,5

Factor de consumo por año: 400 kg por kW de carga térmica • Factor tamaño del depósito para demanda anual: 0,9 m<sup>3</sup> por kW de carga térmica; Factor tamaño del depósito para demanda anual: 0,75 m<sup>3</sup> por kW de carga térmica; suposición: 1.500 horas a plena carga, 650 kg/m<sup>3</sup> densidad aparente de carga a granel de pellets; \*Altura del techo 2,5 m; cálculo con pérdidas medias

## Condiciones del sistema de bus

- Cable del bus: CAT.5e, S/FTP; 4 × 2 × AWG24, longitud máx. 850 m; con tendido subterráneo: CAT.5e, 4 × 2 × 2 × 0,5 mm<sup>2</sup>
- Colocación en un tubo propio (que no vaya junto con 230/400VCA)
- Toma de energía de la red en línea (sin ramificaciones ni bucles).
- Si se utiliza el mando de la caldera en la habitación hay que montar un zócalo libre con conexión al bus CAT.5e (no puede usarse en combinación con KWB Comfort SMS)

- Como máximo son alimentados 2 mandos a distancia digitales por cada módulo del circuito de calefacción (HKM) o de la placa base. Cada módulo del circuito de calefacción debe estar conectado a la red eléctrica de 230V 50 Hz para alimentar tanto al módulo como a los mandos a distancia digitales, bombas y servomotores del mezclador conectados a él.
- Se puede utilizar un mando a distancia analógico (no conectado al bus) para cada circuito de calefacción independientemente de las conexiones al bus. El cableado es similar al de un sensor para el control de la temperatura ambiente.

## Indicación sobre las condiciones básicas de construcción

¡Como usuario de instalaciones KWB, debe tener en cuenta las normas legales de entrega, construcción y ejecución localmente vigentes! El arquitecto, el encargado de obra o las autoridades públicas competentes, por ejemplo, le pueden informar sobre dicha normativa. El cumplimiento fehaciente de las regulaciones locales vigentes es un requisito indispensable para disponer de derecho de garantía y de sus prestaciones, así como para la cobertura del seguro. KWB no asume ningún tipo de responsabilidad ni de garantía por cualquier error en las medidas constructivas. El propietario de la instalación es el único responsable de la correcta ejecución de las medidas constructivas. Como usuario de un sistema de calefacción por biomasa, eventualmente puede que usted tenga la posibilidad de recibir ayudas regionales específicas de fomento. Infórmese a tiempo sobre los plazos y los procedimientos necesarios para tramitar la solicitud de dichas ayudas. Tenga en cuenta las dimensiones indicadas en los ejemplos de montaje y en los datos técnicos. Sin pretender hacer una exposición detallada ni ignorar las disposiciones legales y apoyándonos en las directivas austríacas TRVB H 118 y ÖKL, hojas informativas N° 56 y N° 66, recomendamos lo siguiente:

### Sala de calderas

Solera de hormigón, sin recubrir o de baldosa, las irregularidades deben ser niveladas. Todos los materiales utilizados en el suelo, paredes y techo tienen que ser ignífugos de la clase F90; las puertas de la sala de calderas tienen que ser antiincendios (T30), abrir en la dirección de escape y deben cerrar automáticamente; la puerta de comunicación con el silo de combustible tiene que ser también antiincendios (T30) y tener cierre automático. Las ventanas de la sala de calderas en G30 no se deben abrir; la abertura de ventilación no se deberá poder cerrar y tendrá 5 cm<sup>2</sup> por cada kW de potencia nominal de la instalación de calefacción, pero como mínimo, 400 cm<sup>2</sup>. Para potencias de caldera > 60 kW deberá preverse una abertura de ventilación cerca del suelo y otra cerca del techo; la tubería de entrada de aire debe conducir directamente al exterior y si para ello debe cruzar otros recintos, el conducto de ventilación deberá ser revestido según F90; las aberturas de ventilación hacia el exterior deben estar cerradas por fuera con una rejilla de protección con un ancho de malla < 5 mm. Debe ser instalado un sistema de iluminación fijo y una línea de alimentación eléctrica a la instalación de calefacción; el interruptor de luz y el de parada de emergencia de la calefacción en caso de peligro, debidamente señalizado, deben ser colocados en el exterior de la sala de calderas, en un lugar fácilmente accesible junto a la puerta de la sala de calderas. Fuera de la sala de calderas y junto a la puerta de la misma, deberá estar disponible un extintor manual (peso de llenado de 6 kg, según EN3). Tanto la sala de calderas como las tuberías de agua y de calor a distancia tienen que estar instaladas a prueba de heladas. Está prohibido almacenar sustancias inflamables en la sala de calderas fuera del silo o del contenedor de almacenamiento intermedio; también está prohibida cualquier conexión directa a otros recintos en los que haya almacenados líquidos o gases inflamables (como por ejemplo, un garaje). Observe las directivas de instalación.

F90 según ÖNORM B 3800, REI90 según ÖNORM EN 13501  
T30 según ÖNORM B 3800, EI, 30-C según ÖNORM EN 13501  
G30 según ÖNORM B 3800, E30 según ÖNORM EN 13501

### Silo de almacenamiento de combustible

Rigen los mismos requisitos constructivos que para la sala de calderas. Si es posible almacenar 50 m<sup>3</sup> o más de combustible, deberá ser instalado un dispositivo de extinción de disparo manual HLE (desde la sala de calderas), a prueba de heladas, conectado a una línea de agua bajo presión y ejecutado como tubería vacía de por lo menos ¾" o DN 20, directamente sobre el paso del canal de alimentación al silo y desembocando en el depósito de combustible. La válvula debe estar identificada con el letrero de advertencia: "Dispositivo de extinción del depósito de combustible". Si el depósito de combustible es llenado con pelets mediante un camión neumático, deberán ser montados acoplamiento de manguera, las tuberías puestas a tierra y, en frente de las toberas de inyección, una pantalla de protección de impactos, todo puede ser adquirido a través de KWB. ¡Al llenar el silo de esta forma hay que aislarlo herméticamente contra el polvo! El aire de escape es aspirado o eliminado previa filtración al exterior a través de una segunda tubería puesta a tierra y un acoplamiento de manguera. La aspiración o la filtración del aire de transporte es tarea del proveedor de combustible. Las paredes, las ventanas y las puertas tienen que resistir la sobrepresión que se genera durante el proceso de llenado. Para abrir las puertas en caso de depósito de pelets lleno son necesarios por dentro carriles de puerta con tabloncillos de madera. ¡El depósito de combustible debe ser ejecutado seco y hermético al polvo! El pasamuros (350 × 350 mm) para el sistema transportador, entre el silo y la sala de calderas debe protegerse de forma segura contra incendios (Ej. con lana mineral). Si el combustible es almacenado a granel está prohibida cualquier instalación eléctrica por tratarse de una fuente de ignición.

### Chimenea

La chimenea debe ser totalmente resistente a la humedad (FU) debido al alto rendimiento de la caldera. ¡Se trata de diseños de chimenea en los que a pesar de que los gases de escape en su recorrido quedan permanentemente debajo del punto de rocío, no se presenta ninguna humidificación o daño en la mampostería, ver DIN 18160! Los valores orientativos para el diámetro de la chimenea están indicados en los datos técnicos. Éstos son aplicables para el correspondiente tamaño de la instalación, en condiciones constructivas normales, es decir: altura efectiva de chimenea entre 8–10 m, 1,5 m longitud del tubo de salida de humos de, 2 codos de 90° cada uno, 1 estrechamiento, 1 -conexión en T con 90°. Tenga en cuenta los diagramas de sección del fabricante de la chimenea. Cuando el espacio disponible diverja de los datos proporcionados o presente características desfavorables, deberá llevarse a cabo un cálculo de la chimenea conforme a la norma EN 13384. KWB dispone de una hoja de registro de datos en forma de formulario electrónico. A petición del cliente y sirviéndose del formulario cumplimentado, KWB realiza también el cálculo de la chimenea con cargo al cliente. El deshollinador es el especialista competente para estas cuestiones. Es conveniente implicar a su deshollinador ya durante la fase de planificación, debido a que este profesional deberá aprobar más adelante la instalación de humos.

## Montaje

La instalación y montaje de la instalación las realiza exclusivamente personal cualificado de KWB o sus colaboradores autorizados. La caldera se suministra desarmada en módulos, se instala y se monta lista para ser enchufada en la sala de calderas. Las conexiones de la instalación de caldera a la chimenea, al suministro de agua y al sistema eléctrico deben ser efectuadas por instaladores de calefacción y electricistas autorizados, debiendo además ser probadas debido a muchas razones como, por ejemplo, la obtención de una subvención.

## Conexión del tubo de salida de humos a la chimenea

En tanto no haya sido ya exigido por las disposiciones locales, se recomienda instalar un limitador de tiro y una tapa contra deflagración en el tubo de humos en la parte lateral de la chimenea y disponerlos de tal manera que quede excluido un peligro para las personas. El tubo de salida de humos debe ser conducido de la manera más corta posible hacia la chimenea y ser conectado herméticamente a la misma. Además debe presentar una ligera inclinación ascendente, lo ideal sería menos de 45°. El tubo de salida de humos debe tener un aislamiento térmico y disponer de aberturas de fácil acceso para su limpieza. La conexión de la chimenea debe ser elegida 20 mm mayor que el diámetro del tubo de salida de humos. Así puede ser realizado un adecuado aislamiento acústico entre el tubo de salida de humos y la chimenea. La instalación KWB va equipada de serie con un ventilador de tiro.

## Toma de agua

La elevación de la temperatura de retorno está integrada en KWB Easyfire – la válvula de 2 vías necesaria para ello con servomotor se incluye en el volumen de suministro y debe ser conectada por un instalador de calefacciones y eléctrico de un concesionario. El sistema de calefacción debe equiparse con un distribuidor resistente a la presión y según lo prescrito con grupo de seguridad (Ej. según ÖNORM EN 12828 o EN 303). Si en lugar de la válvula de 2 vías se monta una elevación del retorno externa (ino es posible la elevación del retorno con bomba de mezcla!), la instalación de calefacción debe

dotarse de un sistema de distribución sin presión (desviador, distribuidor, acumulador de repartición de carga, depósito de inercia, ...). Es necesario siempre un grupo de seguridad según lo prescrito. Un acumulador de compensación de carga o un depósito de inercia no son imprescindibles pero, en determinadas ocasiones, son convenientes, por ejemplo, para la conexión de una instalación solar, de una caldera de leña o cuando la necesidad de calor es mínima, como por ejemplo, en el período estival. Si se usa un acumulador de repartición de carga o un depósito de inercia es necesaria una bomba de carga de acumulador. ¡Su instalador le dará un asesoramiento específico! Al realizar el aislamiento acústico de las conexiones de agua deberá observarse la hermeticidad de las piezas empleadas frente al oxígeno, porque de lo contrario, existe mayor riesgo de corrosión y con ello de la pérdida de los derechos de garantía. Si se instalan tuberías de material plástico para calefacción por suelo radiante o de calor a distancia, deberán ser protegidas adicionalmente contra las temperaturas demasiado altas mediante un termostato limitador para la bomba de circulación. En lo referente a las características del agua de la caldera deberán ser cumplidas necesariamente las normas VDI 2035 ó ÖNORM H 5195 T1 y T2, porque de lo contrario existe el riesgo de corrosión y con ello, de la pérdida de los derechos de prestaciones de garantía.

## Conexiones eléctricas

El cableado interno de toda la instalación lo realiza el personal de montaje. Localmente sólo es necesario que una empresa autorizada de instalaciones eléctricas efectúe la conexión a la red y el cableado exterior de la instalación, así como, en caso de una red, el cableado del bus de los módulos de ampliación de los circuitos de calefacción y de los mandos a distancia.

Conexiones que ha de efectuar el cliente:

- Conexión a la red: Conexión monofásica (230 VCA, L/N/PT, fusible 13 A)
- Descargador de sobretensión tipo "C" en el armario distribuidor (recomendado como protección contra rayos)
- Interruptor de "Parada de Emergencia" (230 V CA, sección mín. del cable 1,5 mm<sup>2</sup>)
- Cuando se utilice KWB Comfort SMS: Caja de enchufe 230 V CA.

Caudal [m <sup>3</sup> /h]							
Potencia de la caldera [kW]	8	12	15	22	25	30	35
Salto de temperatura ΔT sobre la caldera [K]							
10	0,69	1,03	1,29	1,89	2,15	2,58	3,01
15	0,46	0,69	0,86	1,26	1,43	1,72	2,00
20	0,34	0,52	0,64	0,95	1,07	1,29	1,50

## Contenido en el suministro:

- **Opción de pedido: sin circuito de calefacción**
  - Placa base sin circuito de calefacción
  - Mando de caldera con sensor de temperatura ambiente
  - Juego de sensores de temperatura (1 para acumulador de agua caliente sanitaria, 2 para depósito de inercia)\*
- **Opción de pedido: 1 circuito de calefacción**
  - Placa base con un circuito de calefacción
  - Mando de caldera con sensor de temperatura ambiente
  - Juego de sensores de temperatura (1 sensor para acumulador de agua caliente sanitaria, 2 sensores para depósito de inercia, 1 sensor de temperatura de impulsión y 1 sensor de temperatura exterior)\*
- **Opción de pedido: 2 circuitos de calefacción**
  - Placa base con 2 circuitos de calefacción
  - Mando de caldera con sensor de temperatura ambiente
  - Juego de sensores de temperatura (1 sensor para acumulador de agua caliente sanitaria, 2 sensores para depósito de inercia, 2 sensores de temperatura de impulsión y 1 sensor de temperatura exterior)\*

## Opcional

- **Módulo de ampliación del circuito de calefacción** con juego de sensores (2 sensores de impulsión, 1 de acumulador de agua caliente sanitaria, 2 de depósito de inercia y 1 sensor de la temperatura exterior)\*
- **Dispositivos de mando ambiental analógicos y digitales** con sensor de temperatura ambiente
- **Módulo de conexión 1** para tipos EF2 S y EF2V con 1 circuito de calefacción con juego de sensores (1 sensor de temperatura de impulsión y 1 sensor de temperatura exterior) y control de una segunda caldera, con el tipo EF2 GS se incluyen de serie el control de alimentación neumática y el control de una segunda caldera. ¡En el sistema de alimentación con sondas de extracción no es posible el control de una segunda caldera!

## Pueden ser conectados los siguientes aparatos:

- **Opción de pedido: sin circuito de calefacción**
  - 1 bomba de caldera/bomba de carga de depósito de inercia\*\*
  - 1 Bomba para acumulador de agua caliente sanitaria\*\*
  - 1 Válvula de retorno de dos vías/Mezclador de retorno\*\*\*
- **Opción de pedido: 1 circuito de calefacción**
  - 1 bomba de caldera/bomba de carga de depósito de inercia\*\*
  - 1 Bomba para acumulador de agua caliente sanitaria\*\*
  - 1 Válvula de retorno de dos vías/Mezclador de retorno\*\*\*
  - 1 Bomba para circuito de calefacción\*\*
  - 1 Mezclador para circuito de calefacción\*\*\*
- **Opción de pedido: 2 circuitos de calefacción**
  - 1 bomba de caldera/bomba de carga de depósito de inercia\*\*
  - 1 Bomba para acumulador de agua caliente sanitaria\*\*

- 1 Válvula de retorno de dos vías/Mezclador de retorno\*\*\*
- 2 Bombas para circuito de calefacción\*\*
- 2 Mezclador para circuito de calefacción\*\*\*
- **Opción de pedido: Módulo de ampliación del circuito de calefacción**
  - 1 Bomba de alimentación\*\*
  - 1 Bomba para acumulador de agua caliente sanitaria\*\*
  - 2 Bombas para circuito de calefacción\*\*
  - 2 Mezclador para circuito de calefacción\*\*\*
- **Módulo de conexión 1**
  - 1 bomba de circuito de calefacción\*\*
  - 1 mezclador de circuito de calefacción\*\*\*
  - bomba de caldera de segunda caldera

## Salidas:

Contactos sin potencial con corriente máx. de conmutación de 2 A, 230 V CA

- **Salida de fallo**
  - Contacto de aviso de fallo de sumas (Ej. para alarma remota con marcación telefónica)
  - Fallo 1: Contacto ruptor para indicar fallos
  - Fallo 2: Contacto de cierre para indicar fallos
- **Potencia** (las siguientes opciones pueden seleccionarse alternativamente):
  - contacto de cierre, configurable para
  - Indicador de funcionamiento del quemador (grado de modulación entre carga parcial y carga nominal)
  - Conexión sucesiva de calderas para controlar una segunda caldera
- **Ventilador de tiro**
  - Contacto de cierre para controlar un ventilador de tiro externo
  - La caldera es liberada por el control del ventilador de tiro externo a través de Externo 1 (sin potencial).

## Entradas:

Alimentación de 24 V CC para conectar contactos sin potencial

- **Externo 1:** Para conectar la caldera (Ej. B. al usar un ventilador de tiro externo). Si esta entrada no es usada, deberá ser cortocircuitada.
- **Externo 2: Entrada multifunción**
  - Calentar a nominal 2: Para requerir la caldera con la segunda temperatura nominal de caldera o como contacto de requerimiento para regulaciones externas de terceros (la duración del requerimiento debe ser de por lo menos 30 minutos).
  - Para el control remoto durante las vacaciones (no puede utilizarse simultáneamente con un control externo de caldera).
- **Parada de emergencia:** Conexión del interruptor de peligro (Parada de Emergencia) según prTRVB H 118 vigente

\* Los sensores del acumulador de agua caliente sanitaria y del depósito de inercia son sensores de clavija de Ø 6mm, los sensores de temperatura exterior tienen carcasa, todos los demás son sensores de temperatura de contacto

\*\* Conexión de las bombas: 230VCA, máx. 200W

Si se emplean bombas trifásicas para el circuito de caldera 3 x 400V, deberá ser seleccionado un contactor de motor. La bobina auxiliar de este contactor debe tener un consumo de potencia 3 W.

\*\*\* Conexión del motor del mezclador: 230 VCA, Conectado/Desconectado/Cerrado (tres posiciones)

# KWB

## La calefacción con biomasa

### KWB Austria

#### KWB - Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH

Industriestraße 235, A-8321 St. Margarethen/Raab  
Tel.: +43 (0) 3115 6116-0, Fax +43 (0) 3115 6116-4  
office@kwb.at, [www.kwb.at](http://www.kwb.at)

### KWB Alemania

#### KWB Alemania – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH

[www.kwbheizung.de](http://www.kwbheizung.de)

#### Sucursal Sur

Königsberger Straße 46, D-86690 Mertingen  
Tel.: +49 (0) 9078-9682-0, Fax: +49 (0) 9078-9682-7999  
office-sued@kwbheizung.de

#### Sucursal Sudoeste

Schloß Weitenburg 7, D-72181 Starzach  
Tel.: +49 (0) 7457-9480-0, Fax: +49 (0) 7457-9480-5999  
office-suedwest@kwbheizung.de

#### Sucursal Centro

Friedenbachstrasse 9, D-35781 Weilburg  
Tel.: +49 (0) 2541-7409-0, Fax: +49 (0) 6471-91262-3999  
office-mitte@kwbheizung.de

#### Sucursal Oeste

Dieselstraße 7, D-48653 Coesfeld  
Tel.: +49 (0) 2541-7409-0, Fax: +49 (0) 2541-7409-4999  
office-west@kwbheizung.de

### KWB Francia

#### KWB France S.A.R.L.,

F-68000 COLMAR, 13 rue Curie  
Tel.: 33 (0)3 89 21 69 65, Fax: +33 (0)3 89 21 69 83  
contact@kwb-france.fr, [www.kwb-france.fr](http://www.kwb-france.fr)

### KWB Italia

#### KWB Italia GmbH

T.A. Edisonstraße 15, I-39100 Bozen  
Tel.: +39 0 471 05 33 33, Fax: +39 0 471 05 33 34  
info@kwbitalia.it, [www.kwb.it](http://www.kwb.it)

### KWB Eslovenia

#### KWB, moč in toplota iz biomase d.o.o.

Vrečerjeva 14, SI-3310 Žalec  
Tel.: +386 (0) 3 839 30 80, Fax: +386 (0) 3 839 30 84  
info@kwb.si, [www.kwb.si](http://www.kwb.si)

### Suiza

#### Jenni Energietechnik AG

Lochbachstraße 22, CH-3414 Oberburg bei Burgdorf  
Tel.: +41 (0) 34 4203000, Fax: +41 (0) 34 4203001  
info@jenni.ch

#### Energie Service Sàrl

CH-1464 Chênê-Pâquier/VD, Móvil: +41 (0) 79 4092990  
Tel.: +41 (0) 24 430-1616, Fax: +41 (0) 24 430-1943  
jurg-anken@energie-service.ch

### Bélgica

#### Ökotech Belux GmbH

Halenfeld 12a, B-4771 Amel  
Tel.: +32 (0) 80 571 98-7, Fax: +32 (0) 80 571 98-8  
info@oekotech.be

### España

#### HC Ingeniería S.L

C/ San Quintín 10, 2º Izda, 28013 Madrid  
Tel.: (+34) 91 548 30 25, Fax: (+34) 91 542 43 31  
info@hcingeneria.com, [www.hcingeneria.com](http://www.hcingeneria.com)

### Chile

#### Energiadelsur

Carretera Gral. San Martín 9340 - P, Quilicura, Santiago  
Tel.: +(56) 2 376 5071, Fax: +(56) 2 443 5421, Móvil: +(56) 9 9822 5780  
michael.schmidt@energiadelsur.com, [www.energiadelsur.com](http://www.energiadelsur.com)

### Irlanda

#### Rural Generation Ltd.

Brook Hall Estate, 65-67 Culmore Road  
Londonderry, BT48 8JE  
Tel.: +44(0)28 71358215, Fax: +44(0)28 71350970  
info@ruralgeneration.com, [www.ruralgeneration.com](http://www.ruralgeneration.com)

#### Technical Energy Solutions Ltd.

Four Piers, Cregg, Carrick on Suir, County Tipperary  
Tel.: +353 (0)51 833282, Fax: +353 (0)51 641122  
info@tes.ie, [www.tes.ie](http://www.tes.ie)

### Gran Bretaña

#### Econergy Ltd.

Unit 8 & 9, St. George's Tower, Hatley St. George, Sandy,  
Bedfordshire, SG19 3SH  
T: +44 (0) 870 0545 554, F: +44 (0) 870 0545 553  
admin@econergy.ltd.uk, [www.econergy.ltd.uk](http://www.econergy.ltd.uk)

#### Phase NRG Ltd

Banchory Business Centre, Burn O'Bennie Road, Banchory, AB31 5ZU  
T: +44 (0) 1330 826568, F: +44 (0) 1330 820670  
info@phasenrg.co.uk, [www.phasenrg.co.uk](http://www.phasenrg.co.uk)

Impreso en papel natural 100% "GardáPat 13 Klassica" (fabricado con madera de bosques gestionados de forma sostenible con tintas vegetales de Öko-Plus: Tintas sin aceites minerales para la protección de nuestro medio ambiente.

Ple de imprenta: KWB - Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH, Industriestraße 235, A-8321 St. Margarethen/Raab Tel. +43 3115 6116-0, Fax (ext.) 4 office@kwb.at, [www.kwb.at](http://www.kwb.at), Versión: Marzo 2011. Reservado el derecho a modificaciones, así como a errores de contenido e impresión. Fotos: Thomas Kunz, TP Easyfire 2011 ES, No. art.: 21-2000687