



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“APROVECHAMIENTO DE FUENTES DE ENERGÍA, CON LA
INTERACCIÓN DE VARIOS SISTEMAS DE ENERGÍAS
RENOVABLES”**

**Trabajo de Graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agropecuario**

**Autor:
Mora Rodas Rubén Patricio**

**Director:
Dr. Luis Carlos Rodríguez Q.**

Cuenca – Ecuador

2007

Dedicatoria

A mi esposa e hijos por su constante apoyo y comprensión.
A mi tío Edgar, a mi suegra y a mis padres por el gran apoyo moral brindado.

Agradecimiento

Mi más profundo agradecimiento al Ing. Kaslt y a su equipo de trabajo, al Ing. Zobl asesor del Ministerio de Agricultura de Wertigen, al Sr. Schuster y al Dr. Farba por su valiosa colaboración para la realización de este proyecto.

Al Dr. Mario Jaramillo P, Rector de la Universidad del Azuay, y a la Ing. Miriam Briones G., Decana de la Facultad de Ciencia y Tecnología, por su valiosa colaboración para la presentación de este trabajo.

Al Dr. Luís Carlos Rodríguez, Director de Tesis, al Dr. Rene Zúñiga Director de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencia y Tecnología, al Ing. Ricardo Escandòn Administrador de la Granja Agropecuaria y a todos los profesores que de una u otra manera contribuyeron en mi formación profesional.

RESUMEN

En este trabajo se aplican diferentes métodos para aprovechar las fuentes de energías renovables.

Consta de seis capítulos, en cada capítulo se desarrolla un tema determinado, en el que se explica claramente cómo se puede diseñar, realizar, instalar y utilizar los diferentes equipos como: colectores solares planos, biodigestores y aeromotores para aprovechar la energía solar, eólica, de la biomasa y gas metano para proveer de calefacción, agua caliente sanitaria, agua de riego y luz eléctrica a una granja agropecuaria; así como también se enseña a recuperar el calor de la leche producida a través de la bomba de calor.

ABSTRACT

Within this research work, different methods to use renewable energy sources were applied. The document contains six chapters. Each of the six chapters develops one particular subject that clearly explains how to design, make, install and use the different available equipments such as solar panels, bio digesters and windmills to generate solar, wind, biomass energy, and methane gas energy in order to provide with a heating system, sanitary warm water, irrigation water and electricity to an agricultural and animal farm. In addition, this work teaches the process through which heat from milk that is produced by the heat pump can be recovered.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de Contenidos	vi
Índice de Anexos	ix
Índice de Ilustraciones y cuadros	x
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: PROYECTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE FUENTES NATURALES DE ENERGÍA, CON LA INTERACCIÓN DE VARIOS SISTEMAS PARA CUBRIR LAS NECESIDADES DE LA SIGUIENTE GRANJA.	
1.1 Dotación de agua caliente para la vivienda	2
1.1.1 Colector Solar Plano para una familia de 5 personas	2
1.1.2 Instalación del Colector Solar Plano	3
1.1.3 Acumulador	3
1.1.4 Cálculo de diseño de un colector	4
1.1.4.1 Tamaño de almacenamiento	4
CAPITULO II: DOTACIÓN DE CALEFACCIÓN	5
2.1 Colectores solares planos de aire	7
2.1.1 Construcción, Materiales	7
2.1.2 Diseño del equipo	8
2.1.3 Instalación	9
2.1.4 Acumulador	9
2.1.4.1 Cálculo de diseño de un acumulador	10
2.1.4.2 Capacidad de calor almacenado en Kwh.	10
2.2 Sistemas Adicionales	11
2.2.1 Suelo Radiante	11
2.2.2 Bomba de Calor	12
2.2.2.1 Funcionamiento	12
2.3 Recuperación de calor de los establos	13
2.3.1 Calor extraído de la leche	13
2.3.2 Aire de los establos	14
2.4 Calor Recuperado en nuestro establo	15

CAPITULO III: INVERNADEROS GENERALIDADES

3.1	Generalidades	16
3.2	Ventajas	16
3.3	Materiales	17
3.4	Adecuación Térmica de Invernaderos	17
3.5	Climatización de Invernaderos	17
3.6	Balace Térmico	17
3.6.1	Necesidades de Calor de 2.000 m. ² de invernadero	18
3.7.	Sistema de calefacción solar para invernaderos	18
3.7.1	Sistema de calefacción solar, con aire como fluido calo portador	18
3.7.1.1	Tamaño del colector	18
3.7.1.2	Tamaño del acumulador	19
3.7.2	Sistema de calefacción solar, con agua como fluido calo portador	19
3.7.2.1	Colectores solares planos	19
3.7.2.2	Depósito de almacenamiento	20
3.7.2.3	Red de distribución de Calor	20
3.7.2.4	Bomba y automatismos	20
3.8	Cálculos	21

CAPITULO IV: RECURSOS ORGÁNICOS

4.1	Metano	22
4.2	Alcohol	22
4.3	Gas de Madera	22
4.4	Biodigestores: Generalidades	22
4.4.1	Construcción del Biodigestor	23
4.5	Sistemas	23
4.5.1	Ciclo completo	23
4.5.2	Ciclo continuo	24
4.6	Biodigestores industriales	24
4.7	Factores a tomar en cuenta	25
4.8	pH	25
4.9	Relación sólidos y agua	26
4.10	Relación C / N	26
4.11	Mezcla del material, su tamaño y tiempo de residencia	26
4.12	Biofertilizante	26
4.13	Cálculo de producción de estiércol de acuerdo al peso del animal	27
4.14	Utilización del Biogás	27
4.15	Generar energía eléctrica a base de biogás	28
4.16	Cálculo de acuerdo a las necesidades del proyecto	30
4.17	Tamaño del Digestor	32
4.18	Volumen del Depósito	34
4.19	Poder Calorífico	35
4.20	Cúpula	35

CAPITULO V: AEROMOTOR PARA ELEVACIÓN DE AGUA

5.1	Generalidades	36
5.2	Instalación	36
5.3	Rendimiento	36
5.4	Pasos para la correcta elección del Molino	39
5.5	Componentes	39
5.5.1	Rueda o rotor	39
5.5.1.1	Tabla de especificaciones	40
5.5.2	Sistema de Control	40
5.5.3	Soporte o Torre	40
5.5.4	Sistema de Bombeo	41
5.5.4.1	Capacidad de Bombeo	41
5.5.4.2	Cabeza total de bombeo	41
5.5.5	Depósito	41
5.6	Caudal	42
5.7	Diseño del equipo apto para nuestras necesidades	43

CAPITULO VI: RECURSOS

6.1	Humanos.	44
6.2	Materiales.	44
6.2.1	Ubicación del Ensayo.	45
6.2.2	Localidad	45
6.2.3	Provincia	45
6.2.4	Cantón.	45
6.2.5	Ubicación.	45
6.2.6	Altitud aprox.	45
6.2.7	Superficie	45
6.3.	Características Climáticas	45
6.4.	Adecuación del área de trabajo	46
6.4.1	Primera Etapa	46
6.4.2	Segunda Etapa	46
6.5	Necesidades Energéticas de la Granja	48
6.6.	Consumo de energía de la granja	48
6.7.	Gallineros	49
6.7.1	Iluminación	49
6.8	Necesidades de Agua	50
6.8.1	Consumo de agua de los diferentes animales	50
6.9	Consumo de agua en los cultivos	51
6.10	Importancia del agua en los cultivos	51
6.11	Cálculo del consumo de agua de los cultivos bajo invernadero	51
6.11.1	Ejemplo de Cálculo	52
6.12	Consumo diario de agua para uso animal y limpieza en la granja	53
6.13	Consumo diario de agua en los cultivos	53
6.14	Cálculo del área para la construcción de los diferentes establecimientos de la granja	53
6.15	Área de instalaciones de la granja	54
6.16	Necesidades energéticas de la granja	54

CAPITULO VI: APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO LA SOLAR, DE LA BIOMASA Y GAS METANO EN LA HACIENDA LA TRABANA DE QUINGEO

7.1	Cálculos para la realización de un Biodigestor de acuerdo a la carga animal de la granja de la Universidad	56
7.2	Tamaño del Digestor	58
7.3	Volumen del Depósito	59
7.4	Poder Calorífico	60
7.5	Colectores solares planos	60
7.5.1	Características Generales	60
7.5.2	Colector Solar	60
7.5.3	Principio de funcionamiento	60
7.6	Colector Solar Plano para una familia de 7 personas	61
7.6.1	Diseño del equipo	61
7.6.2	Cálculo de diseño de un colector	62
7.6.3	Tamaño de almacenamiento	62
7.7	Construcción y Materiales	62
7.7.1	Caja	62
7.7.2	Aislante	62
7.7.3	Serpentín o parrilla	63
7.7.4	Cubierta de Vidrio	63
7.8	Sistema de Calefacción con la utilización de colectores solares planos, cuyo fluido calo portador es el aire	64
7.8.1	Diseño del equipo	65
7.9	Sistema de Calefacción para los galpones utilizados para la crianza Cuyes	65
7.9.1	Galpón trasero	65
7.9.2	Galpón 3	66
7.9.3	Galpón 4	67
7.9.4	Galpón 5	68
	CONCLUSIONES	69
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	72
	ANEXOS	76

Índice de Ilustraciones y Cuadros

Gráfico 1: Serpentes bajo tierra y bomba de calor.	6
Gráfico 2: Suelo Radiante	11
Gráfico 3: Funcionamiento de la bomba de calor.	13
Gráfico 4: Tanque frío y bomba de calor.	15
Gráfico 5: Diseño de un sistema de calefacción.	21
Gráfico 6: Biodigestor.	24
Gráfico 7: Funcionamiento de un biodigestor.	29
Gráfico 8: Aeromotor.	36
Gráfico 9: Aleta orientadora y de control.	40
Tabla 1: Comparación del biogás con otras fuentes de energía	26
Tabla 2: Cuadro de utilización y consumo de biogás.	28
Tabla 3: Cálculo de la velocidad del viento	37
Tabla 4: Capacidad de Bombeo	38
Tabla 5: Tabla de Especificaciones	40
Tabla 6: Tabla de Consumo de los diferentes aparatos eléctricos	48
Cuadro 1: Capacidad de bombeo.	38
Cuadro 2: Cuadro de costos	54
Cuadro 3: Cuadro explicativo del diseño de un Sistema de Colector Solar Plano para el calentamiento de agua.	64

Mora Rodas Rubén Patricio
Trabajo de graduación
Dr. Luis C. Rodríguez Q.
Junio 2007

“APROVECHAMIENTO DE FUENTES DE ENERGÍA, CON LA INTERACCIÓN DE VARIOS SISTEMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES”

INTRODUCCIÓN

El uso indebido de los recursos naturales, como son las energías no renovables (carbón, petróleo, gas natural), están provocando alteraciones graves al ecosistema, debido a la contaminación del medio ambiente y a la degradación ecológica que estos ocasionan.

A lo largo de miles de años, se ha quemado carbón y petróleo, sin pensar que estos recursos son limitados; en tan solo 100 años se han consumido la mayor parte de la reserva de combustibles fósiles conocida, cuya formación, transformación y almacenamiento, ha tardado cientos de millones de años; estas reservas se están agotando y se prevé que en un futuro no muy lejano su agotamiento será total.

Ante esta situación, se trata de encontrar sustitutos a los combustibles fósiles, buscando fuentes renovables y limpias de energía, que mantengan el nivel actual de consumo sin degradación ecológica.

Las fuentes utilizadas en el pasado son incapaces de cubrir las necesidades actuales; por ejemplo, la madera con un poder calorífico de la mitad del carbón, se regenera cada 30 años, con el inconveniente que se han reducido en un 30% las áreas de bosques y estos suelos se han dedicado a la agricultura.

La energía hidráulica también está restringida, a pesar de la cantidad de agua que corre por los ríos, son pocos los lugares en los que se pueden represar.

En este trabajo se presenta una alternativa tecnológica viable, basada en la interacción de diferentes fuentes renovables de energía como: la energía solar, eólica, de la biomasa y gas metano, con el fin de cubrir las necesidades energéticas, como agua caliente sanitaria, calefacción y energía eléctrica (iluminación y aparatos eléctricos), en una granja.

CAPITULO I

PROYECTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE FUENTES NATURALES DE ENERGÍA, CON LA INTERACCIÓN DE VARIOS SISTEMAS PARA CUBRIR LAS NECESIDADES DE UNA GRANJA

- Vivienda para 5 personas.
- Instalaciones varias para: 12 vacas, 10 terneros, 6 cerdos, 100 gallinas, 200 conejos.
- 2.000 m.² de invernaderos: (1.000 m.² destinados al cultivo de Lechuga y tomate y 1.000 m.² destinados al cultivo de claveles).

1.1 Dotación de agua caliente para la vivienda:

Para esto utilizaremos un colector solar plano, cuyo sistema utiliza como fluido portador de calor al agua.

1.1.1 Colector Solar Plano para una familia de 5 personas:

Diseño del equipo:

Para el diseño del equipo es necesario conocer los siguientes datos, que en nuestro caso son los siguientes:

- | | | | |
|---|--------------|-------|-----|
| ◆ Factor de insolación del lugar a instalar el equipo
(1.600h/año) | 4,44 | H. | Sol |
| ◆ Número de personas. | 5 | | |
| ◆ Necesidades de agua: | 276 l./ día. | | |
| ◆ Temperatura inicial del agua. | | 10° C | |
| ◆ Temperatura final del agua. | | 60° C | |

kcal. =	50 ° C	1 kg. de H ₂ O	
	X	276 kg. de H ₂ O	R = 13.800 kcal.

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ kwh.} & 860 \text{ kcal.} & \\
 \times & 13.800 \text{ kcal.} & \mathbf{R = 16,04 \text{ kwh.}}
 \end{array}$$

Insolación media 4,44 H/ sol

Rendimiento del colector 50%

$4,44 \times 50\% = \mathbf{2,22 \text{ kwh./d}}$ energía captada

Factor de insolación

$2,22 \times 50\% = \mathbf{1,11 \text{ kwh./d / m}^2}$

Producción: $1,11 \text{ kwh./d./m}^2$ 1 m^2

Necesidades: $16,04 \text{ kwh.}$ $\times = \mathbf{14,58 \text{ m}^2}$

$14,58 \times 2/3 = \mathbf{9,72 \text{ m}^2}$ de colectores $2/3$ (constante de ahorro)

$9,72 \times 1,11 = \mathbf{10,69 \text{ kwh. d}}$

1.1.2 Instalación del Colector Solar Plano:

- ◆ Hay que tomar en cuenta la orientación y la inclinación.
- ◆ Se deben orientar al sur.
- ◆ La inclinación se realiza de acuerdo a la latitud del lugar donde se va a instalar, se debe colocar perpendicular a los rayos solares, 10° más a su latitud en invierno y 10° menos en verano.
- ◆ Este se conecta a un acumulador.

1.1.3 Acumulador:

Depósito acumulador (de acero aislado) indispensable en una instalación de energía solar, debido a que esta no es uniforme. Debe estar colocado de 60 cm. a 150 cm. más alto que el colector, para así aprovechar el sistema de sifón y prescindir de la

utilización de una bomba. Este depósito debe ser colocado verticalmente. La salida de agua caliente debe ser por la parte superior. La entrada de agua por la parte inferior. Se toma como regla para las dimensiones del acumulador 100 l. por m² de captador.

1.1.4 Cálculo de diseño de un colector:

Cantidad de agua por persona 46 l.

Número de personas 5

1.1.4.1 Tamaño de almacenamiento:

$46 \text{ l.} * 5 \text{ personas} = 230 \text{ l./día} + 20\% = 276 \text{ l.}$

$276 \text{ l} / 100 = 2,76 \text{ m}^2$

CAPITULO II

DOTACIÓN DE CALEFACCIÓN

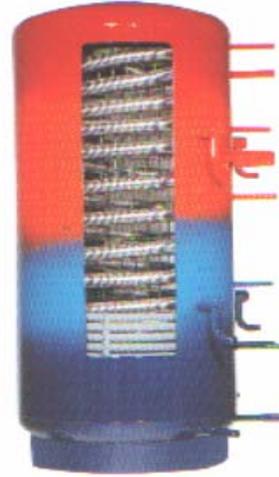
El sistema de calefacción se utilizará principalmente en la casa, porquerizas y gallinero. Últimamente se ha comprobado, que la mejor manera de proveer de calefacción a la casa no es con paneles solares, sino con tuberías de plástico que se entierran en forma de serpentín en el patio de la casa.

El agua circula por el serpentín y transporta así el calor retenido en el suelo, a una bomba de calor ubicada en el sótano.

Como norma se establece que el área de serpentines, debe ser el doble del área cubierta por la casa. En nuestro caso tenemos 300m² de construcción:

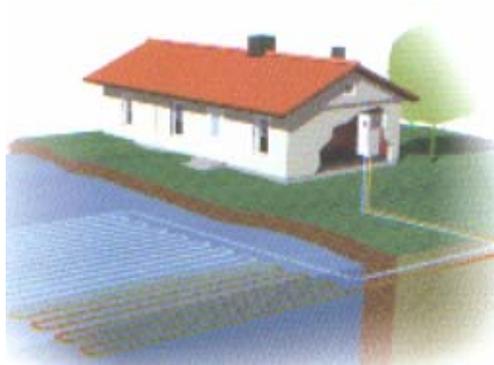
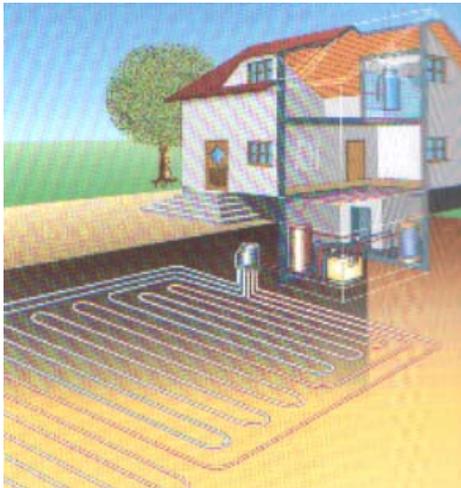
Casa	120 m. ²
Establos	100 m. ²
Gallinero	20 m. ²
Porqueriza	10 m. ²
Conejera	50 m. ²

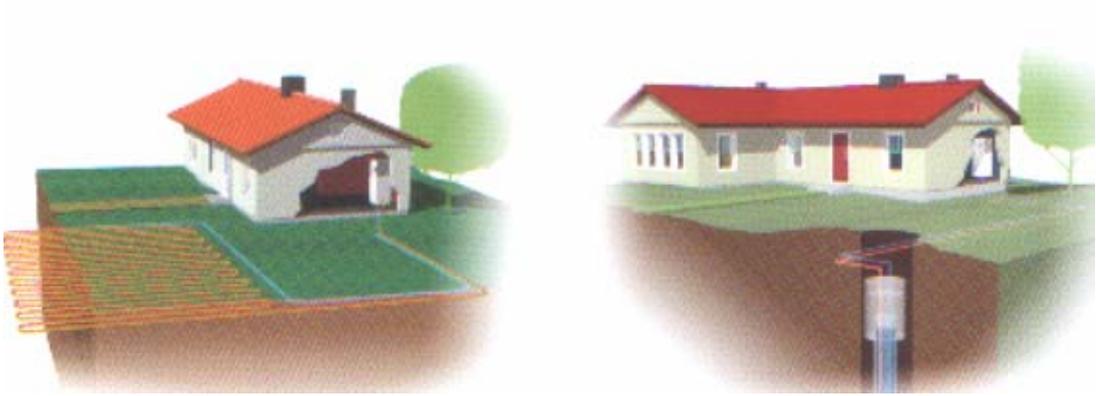
La **bomba de calor** contiene líquido de bajo punto de ebullición, el Freón, que al convertirse en gas absorbe calor, el primer paso es comprimir el gas a la temperatura de la fuente de calor, que está a pocos grados; al aumentar la presión del gas, su punto de ebullición se eleva aumentando la temperatura, este gas comprimido, pasa por los serpentines que transportan agua o aire, enfriándose, se condensa y libera calor que es transferido al medio adecuado para calentar la vivienda.



Fuente: Waterkotte

Gráfico 1: Serpentes bajo tierra y bomba de calor.





Fuente: IVT wärmepumpen

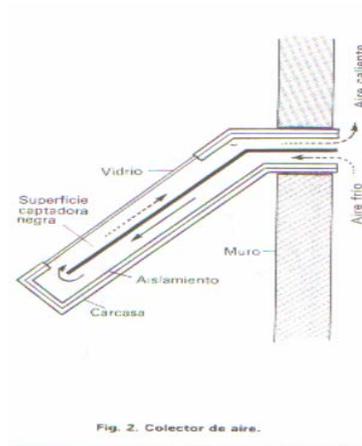
2.1 Colectores solares planos de aire

Estos se utilizan para el acondicionamiento térmico de espacios; el fluido portador de calor es el aire. Su funcionamiento es similar a los colectores con líquido, recircula el aire frío de las habitaciones y lo calientan; el aire frío ingresa por la parte inferior, es calentado por el sol, asciende y vuelve a salir por la parte alta del colector a la habitación.

El rendimiento es excelente para elevar la temperatura de espacios inferior a 19 °C, estos colectores funcionan bien con insolación difusa, puede alcanzar rendimientos del 80% y aumentan con el caudal de aire.

2.1.1 Construcción, Materiales

La superficie captadora está formada por mallas metálicas o aletas pintadas de negro. El vidrio puede ser simple o doble. Un ejemplo se muestra a continuación:



Fuente: Manual de energía solar y agroenergética CCC San Sebastián España.

2.1.2 Diseño del equipo

Para el diseño del equipo es necesario obtener los siguientes datos.

Volumen de aire de la casa:

$$V = \text{área} * h \quad V = 120 \text{ m}^2 * 2 \text{ m} = 240 \text{ m}^3 \quad 240.000 \text{ l.}$$

Cantidad de Calorías:

0,24 kcal.	1 kg. °C de aire	
X	240.000 kg. de aire	R = 57.600 kcal.

Necesidad de producción en kwh.:

1 kwh.	860 kcal.	
X	57.600 kcal.	R = 66,97 kwh.

Factor de insolación: 4,44 h de sol

Rendimiento del colector : 80%

$$4,44 * 80\% = \mathbf{3,55 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

Factor de insolación

$$3,55 \times 80\% = \mathbf{2,84 \text{ kwh./d/m}^2}$$

Producción:	2,84 kwh./d./m. ²	1 m. ²
Necesidades:	66,97 kwh.	X = 23,93 m²

$$23,93 \times 2/3 = \mathbf{15,95 \text{ m}^2} \text{ de colectores} \quad 2/3 \text{ (constante de ahorro)}$$

$$15,95 \text{ m}^2 \times 2,84 \text{ kwh} = \mathbf{45,29 \text{ kwh./d}}$$

2.1.3 Instalación

En invierno se deben instalar estos colectores con un ángulo de 15 ° mayor al de la latitud, o con un ángulo de 70 °C, ya que el movimiento del Sol sobre la tierra es bajo en los meses fríos.

Se necesita un régimen de flujo de volumen mayor. (El calor específico de 1m³ de aire es de 0,24 cal./g °C o 1.010 J./kg. k).

El coeficiente de transferencia de calor de una superficie de aire es mucho menor que la de un líquido, por lo que el colector deberá ser mucho mayor.

2.1.4 Acumulador

El acumulador (chimenea solar), consiste en un lecho de grava o piedra triturada, el aire circula por termo circulación natural, el aire frío ingresa por la parte inferior, se calienta al atravesar por el cuerpo negro del colector, pasando hacia el lecho de grava, ahí unas aletas regulan el flujo de aire caliente a las habitaciones; su tamaño debe ser 4 veces mayor a los depósitos de agua para obtener iguales resultados. Este se puede realizar solo en el caso de construir un edificio nuevo.

Se utiliza este tipo de acumuladores cuando se utilizan colectores realmente grandes, contruidos en terrenos inclinados, en el que se sitúa la casa, siendo el sótano el lugar de almacenamiento de calor, es decir el acumulador.

2.1.4.1 Cálculo de diseño de un acumulador

Si se utilizaría un depósito con agua:

Demanda de calor: 66,97 kwh.

Capacidad de producción: 45,29 kwh./d. (Si no consideráramos la constante de ahorro, (2/3), es 67,96 kwh.).

1m³ de H₂O = 1.000 l.

1,000 l. * 1.16 *19 ° C = 22.040 W = **22,04 kwh./kg.°C.**

Como se necesita almacenar 2 días:

66,97 kwh. * 2 días

----- = **6.07 m³** cantidad necesaria si se haría con agua.

22,04 kwh.

(6.07 m³ *2,5% margen de error = **6.22 m³**, si se hiciera con piedra triturada.)

2.1.4.2 Capacidad de calor almacenado en kwh.

Si se utilizara un depósito con grava o piedra triturada:

Densidad de la piedra: 2.400 y 3.000 kg./m.³

Calor específico de la piedra: 0,3 – 0,32 Wh./kg. °C

La capacidad de almacenamiento de calor cuando se utiliza piedra triturada o gravilla, se establece como el producto del volumen del contenedor, la relación de solidez, la densidad y el calor específico de la piedra.

La relación de solidez está alrededor del 0,7%, esto significa que hay un espacio libre del 30% entre sólidos.

Cantidad a almacenar en m^3 * relación de solidez* densidad de la piedra* calor específico* Temperatura operativa

$$\frac{6.22 * 0,7 * 2.700kg./m.^3 * 0,3 * 19^{\circ}C}{1000 W} = 67 \text{ kwh}$$

2.2 Sistemas Adicionales

2.2.1 Suelo Radiante

Es de origen Romano, consiste en colocar serpentines en el suelo por los que circula agua a $40^{\circ}C$, la ventaja de este sistema, es que el calor se reparte uniformemente. Los serpentines pueden ser tuberías metálicas empotradas en el cemento, o tubos de plástico especial que se colocan debajo del revestimiento del piso (losas, ladrillo, madera, etc.)

Gráfico 2: Suelo radiante.



Fuente: Stiebel Eltron



Fuente: Polytherm Systems

2.2.2 Bomba de Calor

Es una máquina que toma calor de un medio de temperatura baja, para transferirle a otro de temperatura más elevada. Es un acondicionador reversible que transfiere calor, desde un medio exterior a uno interior en invierno y del interior al exterior en verano. Esta puede funcionar con electricidad o gas.

2.2.2.1 Funcionamiento

Posee 5 elementos:

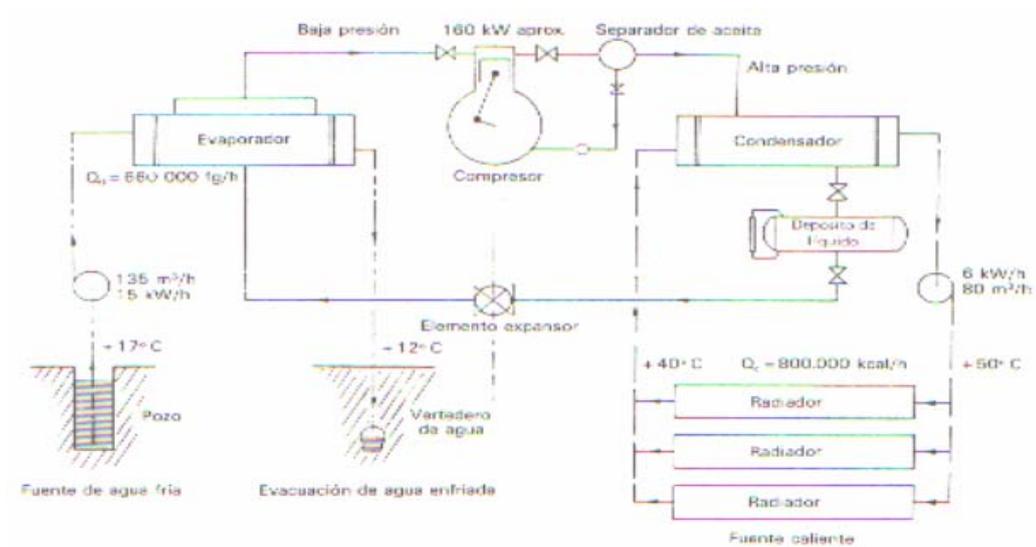
- ◆ Serpentín exterior (primario)
- ◆ Serpentín interior (secundario)
- ◆ 1 Válvula de expansión.
- ◆ 1 compresor.
- ◆ 1 condensador.

Estos están conectados entre sí por un circuito lleno de gas refrigerante, Freón R – 22, este es el que al cambiar de estado cede y absorbe calor.

El refrigerante circula por acción del compresor, que es movido por un motor eléctrico. El evaporador se sitúa en el medio de menor temperatura (foco frío); el fluido refrigerante que llega en forma de líquido se evapora, es decir pasa a estado gaseoso, ya que absorbe calor. El compresor aspira y comprime al gas y lo cede al condensador que está situado en el medio a calefactar (foco caliente), aquí se

condensa (líquido), devuelve el calor que había absorbido, este calor puede ser aprovechado si se hace pasar a través del condensador una corriente de agua, aire, etc. Luego el líquido que está a alta presión pasa por una válvula que reduce la presión y temperatura, dando lugar a un nuevo ciclo. A esta se le incorpora una válvula que invierte el sentido de circulación del refrigerante y funciona como sistema de aire acondicionado.

Gráfico 3: Funcionamiento de la bomba de calor.



Fuente: Manual de energía solar y agroenergética CCC San Sebastián España.

2.3 Recuperación de calor de los establos

El calor de los establos puede ser aprovechado de dos formas:

- ◆ Calor extraído de la leche
- ◆ Utilizando el calor del aire.

2.3.1 Calor extraído de la leche

Con la utilización de la Bomba de Calor, se puede recuperar el calor de la leche, calor que pierde esta al pasar de 36°C a 4°C , que es la temperatura necesaria para su conservación.

El proceso se produce en un tanque frío, la leche ingresa a este a 36 °C para perder calor, consumiendo 28 Kcal. de energía por litro enfriado. En la Bomba de Calor, el fluido térmico absorbe el calor de la leche y lo recupera en el agua calentada.

Si calculamos que una vaca produce alrededor de 3.000 l. de leche/año, y que la refrigeración de 34° C a 4° C, tiene un consumo de 90.000 kcal.

$$34^{\circ} \text{C} - 4^{\circ} \text{C} = 30^{\circ} \text{C} * 3.000 = 90.000 \text{ kcal.}$$

1 Kw. de energía eléctrica produce 860 kcal.

$$90.000 / 860 = 105 \text{ Kw./ vaca.}$$

El consumo medio anual previsto para 10 vacas en ordeño será:

$$105 * 10 = 1.050 \text{ kw.}$$

Si solo se recuperara el 50% de esa energía, el ahorro sería de 525 kw., sin tomar en cuenta el ahorro de energía al ya no calentar el agua.

Este sistema es rentable en explotaciones que posean entre 17 y 35 vacas; En Alemania se utiliza este sistema en explotaciones de 10 a 17 vacas; se ha probado incluso con producciones medias de 45.000 l/ año, produciendo agua caliente para uso del establo.

En explotaciones con más de 35 vacas se puede proveer de agua caliente a una vivienda, y con más de 70 animales se puede proveer de calefacción a toda la granja.

2.3.2 Aire de los establos

Esta técnica está menos desarrollada y presenta aún algunos inconvenientes; sobre todo, en los sistemas de intercambio de calor y al funcionamiento de los evaporadores.

2.4 Calor Recuperado en nuestro establo:

La granja posee 12 vacas, con una producción de 240 l/ día .

Ciclo de lactación 305 días.

Para pasar la temperatura de 34 a 4 °C se necesita un consumo de 7.200 kcal.

$30\text{ }^{\circ}\text{C} * 240\text{ l.} = \mathbf{7.200\text{ kcal.}}$ consumo para enfriar la leche.

El compresor consume aprox. el 12% requerido por la leche

$7.200\text{ kcal.} * 12\% = \mathbf{864\text{ kcal.}}$

El consumo total sería $7.200\text{ kcal.} + 864\text{ kcal.} = \mathbf{8.064\text{ kcal.}}$

Esto sería suficiente para elevar la temperatura de 161 l. agua de 10 a 60 °C.

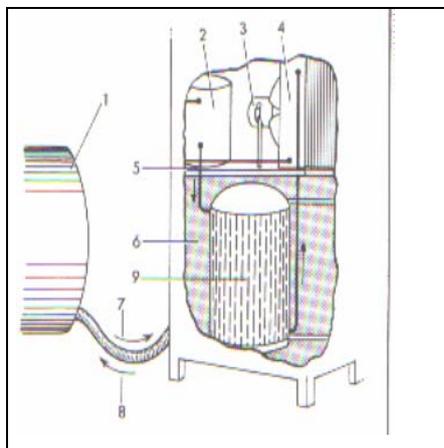
$7.200\text{ kcal.} / 860\text{ kcal.} = 8.37\text{ kw.} * 12\text{ vacas} = 100.44\text{ kw.} * 50\% = \mathbf{50,22\text{ kw.}}$

Producción en kwh : **50,22**

Cantidad de Calorías:

kcal. = 50 ° C	1 kg. de H ₂ O	
X	161 kg. de H ₂ O	R = 8.060 kcal.

Gráfico 4: Tanque frío y bomba de calor



- 1 Tanque
- 2 Compresor
- 3 Ventilador
- 4 Licuado
- 5 Agente frío en forma de gas
- 6 Aislamiento

CAPITULO III

INVERNADEROS

3.1 Generalidades

Se define como invernadero a una construcción de madera, hierro u otro material, cubierta por cristales, polietileno, PVC, poliéster, etc. Esta técnica nació hace muchos años en el campo de los cultivos hortícolas, con el fin de producir anticipadamente o fuera de estación.

Se han realizado modelos con diferentes características y complejidad de estructuras, materiales de cubierta, etc., lográndose así mayor o menor capacidad de control de ambientes.

3.2 Ventajas

- ◆ Producir (hortalizas o flores) fuera de época.
- ◆ Cultivar especies que al aire libre o interiores no se adaptan.
- ◆ Prolongar las cosechas u obtenerlas con antelación.
- ◆ Adelantar la floración de especies más tardías, forzándolas a florecer en invierno.
- ◆ Aumentar la producción.
- ◆ Mayor rentabilidad.
- ◆ Mejorar la calidad del producto.
- ◆ Se controla mejora plagas y enfermedades.
- ◆ Ahorro de agua de riego.
- ◆ Mayor comodidad y seguridad.
- ◆ Ambiente controlado.
- ◆ Reduce la evapotranspiración en invierno, en un 70% respecto a la del aire libre.
- ◆ Aumenta la eficiencia en el uso del agua en un 50%.

3.3 Materiales

Puede ser de vidrio o plástico, ya que los dos atrapan el calor. La ventaja del vidrio, es que al ocultarse el sol se enfría lentamente y puede ser calentado con medios artificiales.

3.4 Adecuación Térmica de Invernaderos

Se trata de controlar las bajas temperaturas en invierno, así como las altas temperaturas en primavera y verano. Debido a las temperaturas requeridas (8 -18 °C), con la energía solar se obtiene un rendimiento óptimo.

3.5 Climatización de Invernaderos

La calefacción del invernadero se puede lograr a través de la atmósfera o a través del suelo, o bien con el uso de las dos.

Debido a que el aire tiene una inercia térmica débil, el calor se difunde en su masa por convección. El suelo, tiene gran inercia, por lo que el calor se transmite por conducción.

Los sistemas térmicos, actúan sobre la atmósfera tanto para bajar como subir la temperatura, no así sobre el suelo, que solo actúa para subirla. La calefacción de los invernaderos se logra, a través de aparatos que transmiten energía por irradiación y convección. El acondicionamiento térmico, persigue una distribución homogénea de la temperatura en el interior del invernadero, esto se consigue colocando oportunamente y en distintos puntos del invernadero, los aparatos de calefacción.

3.6 Balance Térmico

Se puede obtener un valor aproximado de la cantidad de calor (Q) por medio de la siguiente fórmula:

$$Q = K \cdot S (T_i - T_e)$$

S = superficie total de cobertura.

T_i y T_e = Temperatura interior y exterior.

k = coeficiente global de variación térmica, que varía en un promedio de 4 a 7 Kcal./m.²/h/°.C para invernaderos tradicionales.

3.6.1 Necesidades de Calor de 2.000 m.² de invernadero

$$Q = 5,5 \text{ kcal.} \cdot \text{m.}^2 \cdot \text{h.} \cdot \text{°.C} * 2.000 \text{ m.}^2 (18 - (-5) \text{ °.C}) = \mathbf{253.000 \text{ kcal.}}$$

$$Q = 5,5 * 2.000 (23 \text{ °.C}) = \mathbf{253.000 \text{ kcal.}}$$

Factor de insolación: 4,44

Rendimiento del colector 80%

$$1 \text{ kwh.} = 860 \text{ kcal.}$$

$$X = 253.000 \text{ kcal.} = \mathbf{294,18 \text{ kwh.}}$$

3.7 Sistema de calefacción solar para invernaderos

3.7.1 Sistema de calefacción solar, con aire como fluido calo portador:

3.7.1.1 Tamaño del colector

Factor de insolación: 4,44 h de sol

$$4,44 \times 80\% = \mathbf{3,55 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

$$3,55 \times 80\% = \mathbf{2,84 \text{ kwh./d./m}^2} \text{ energía producida}$$

$$\begin{array}{rcl} 2,84 \text{ kwh.} & 1 \text{ m.}^2 & \\ 294,18 \text{ kwh.} & X & = \mathbf{103,58 \text{ m.}^2 \text{ de colector}} \end{array}$$

3.7.1.2 Tamaño del acumulador

Si se utilizara el depósito con agua:

$1.000 \text{ l} * 1,16 * 23^\circ.\text{C} = 26.680 \text{ W} = \mathbf{26,68 \text{ kw}}$. capacidad de almacenamiento.

294,18 kwh. *2 d(almacenamiento) 588,36

$$\frac{\text{-----}}{26,68 \text{ kwh.}} = \frac{\text{-----}}{26,68} = \mathbf{22,05 \text{ m}^3}$$

Si se utilizara el depósito con grava o piedra:

$22,05 \text{ m}^3 * 2,5\% \text{ (margen de error)} = 22,60 \text{ m}^3$

$22,60 \text{ m}^3 * 0,7 * 2.700 * 0,3^\circ.\text{C} * 23$

$$\frac{\text{-----}}{1.000 \text{ W}} = \mathbf{294,72 \text{ kwh.}}$$

3.7.2 Sistema de calefacción solar, con agua como fluido calo portador:

Consta de:

- ◆ Colectores solares.
- ◆ Depósito de almacenamiento.
- ◆ Red de distribución de calor.
- ◆ Bomba y accesorios para mover el calor.

3.7.2.1 Colectores solares planos

Captan la radiación directa procedente del sol y difusa procedente del cielo. El sistema de colector utilizado para este fin, fue explicado ya en el Capítulo I.

3.7.2.2 Depósito de almacenamiento

Es igual al depósito utilizado por los colectores solares planos para la dotación de agua caliente. Se puede aislar con una capa de 15 cm. de poliuretano.

Debe mantener la temperatura entre 60 y 80 °C, para eso se deben aislar todas las tuberías del circuito, con poliuretano, fibra de vidrio, etc. Las bombas, automatismos y válvulas quedan sin aislar.

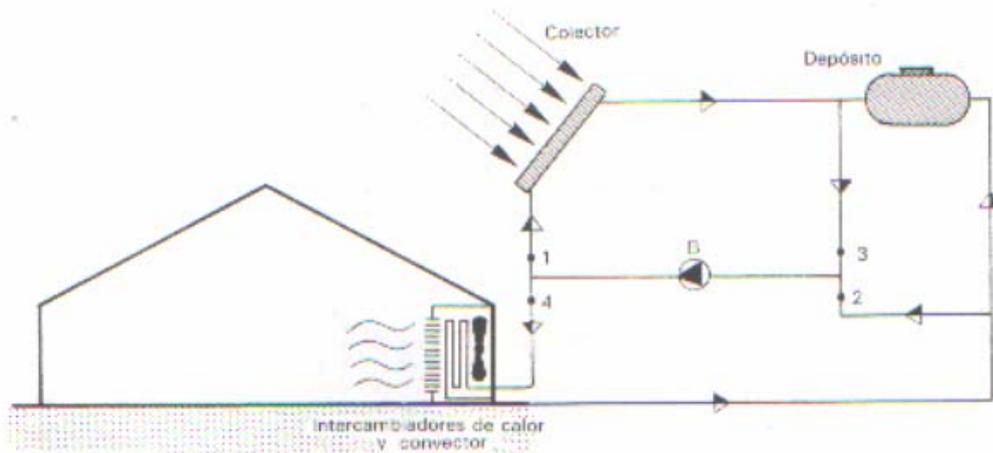
3.7.2.3 Red de distribución de Calor

Puede hacerse una instalación con intercambiador de calor por aire forzado, o utilizar tubería plástica de 20 mm. en el suelo, por las que circula agua caliente que transfiere el calor al ambiente por radiación, estas deben estar a una profundidad de 20 a 50 cm. y separadas entre sí 50 cm.

3.7.2.4 Bomba y automatismos

- ◆ Una Bomba capaz de mover 40 l/h y por m.² de colector. (B)
- ◆ Un termostato diferencial que regula el motor de la bomba y las válvulas 1 y 2 que establece el flujo Colector – depósito – colector. (circuito primario).
- ◆ Un termostato de control de ambiente en el invernadero que acciona la bomba y las válvulas 3 y 4 que establece el flujo entre el depósito y el intercambiador de calor.
- ◆ Contactores disyuntores para independizar los circuitos.

La instalación de cañerías debe hacerse en hierro galvanizado o cobre y el agua debe ser tratada con anticorrosivo y si es necesario con anticongelante.

Gráfico 5: Diseño de un sistema de calefacción

Fuente: Manual de energía solar y agroenergética CCC San Sebastián España.

Función de los termostatos:

Cuando en el invernadero desciende la temperatura a la mínima establecida en el termostato de ambiente, se activan las válvulas 3 y 4, circulando así el agua desde el depósito a los intercambiadores.

Si la temperatura de los colectores supera a las del depósito, el termostato diferencial activa las válvulas 1 y 2, circulando agua desde el depósito a los colectores.

3.8 Cálculos:

El procedimiento de cálculos es exactamente igual a los anteriores.

CAPITULO IV

RECURSOS ORGÁNICOS

Dan fuentes orgánicas de combustibles como metano, alcohol y gas de madera.

4.1 Metano

Es un Gas formado por una Molécula de Carbón y cuatro de Hidrógeno; es el mayor componente del Gas Natural, usado en el mundo para cocinar, calefactar y para operar motores de combustión interna, para producir electricidad o fuerza mecánica, es inodoro e incoloro.

El gas natural es un combustible fósil, creado hace miles de años por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica.

4.2 Alcohol

Se obtiene mediante la fermentación y destilación de varias sustancias orgánicas, como combustible tiene un gran potencial.

4.3 Gas de Madera

Se puede obtener mediante un quemador moderno de leña, produce 3 veces más calor que el obtenido en las chimeneas tradicionales.

4.4 Biodigestores: Generalidades

El Biodigestor es un aparato cerrado herméticamente e impermeable, utilizado para el reciclaje de nutrientes y residuos orgánicos, mezclados con agua, que a

temperaturas de 20 y 30°C, se descomponen debido a la intervención de bacterias anaeróbicas, transformando estos en Biogás (metano) y Biofertilizante.

Los Biodigestores aprovechan los recursos orgánicos; su uso depende de la capacidad de un lugar dado y se aplica en cualquier época del año. Estos tratan el abono y residuos biológicos industriales por medio de un proceso de digestión, convirtiéndolos en un fertilizante compatible con el medio ambiente, listo para ser utilizado sobre la superficie agrícola, ya que esta biomasa tratada, está libre de patógenos activos, plantas y semillas, por lo que se puede utilizar en cualquier lugar. Aquí el 99 % de los parásitos (amebas, tenias etc...) mueren en el proceso.

En el proceso de digestión se produce biogás, que se utiliza en una planta de generación de electricidad y calor, basada en motores de gas o baterías de gas.

Estudios realizados en Alemania y Dinamarca han demostrado que al añadir cofermentadores aumenta la producción de biogás. Por ejemplo, al añadir un 10% de grasa, se pueden obtener 350 m.³ de biogás al día, en una explotación con 60 toretes.

4.4.1 Construcción del Biodigestor

Se construyen de concreto, ladrillo, hierro o plástico, preferentemente bajo tierra; tiene forma de silo, tanque, etc. Está formado por los siguientes componentes básicos: área de carga o premezclado, tubo de entrada, cámara de digestión, cámara de gas, sistema de salida del gas, tubo de salida de biofertilizante y cámara de descarga.

4.5 Sistemas

4.5.1 Ciclo completo

Son de fácil construcción, se carga el sistema, se deja que se produzca la digestión, se utiliza el gas y se retiran los residuos para utilizarlos como abono. Luego se

vuelve a cargar y así sucesivamente. Hay lugares que tienen hasta 3 interconectados en su sistema de salida de gas, haciendo cíclico su uso.

4.5.2 Ciclo continuo

Se lo va cargando constantemente, retirando el material ya digerido como efluente y a su vez se los mueve internamente.

4.6 Biodigestores industriales:

Gráfico 6: Biodigestores

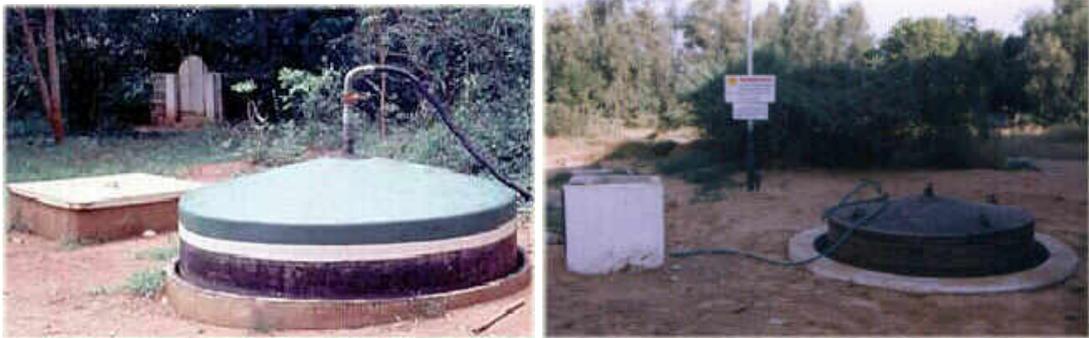


[Fuente: medio ambiente / energía y ciencia](#)



Digestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de polietileno.

[Fuente: medio ambiente / energía y ciencia](#)



Digestores Hindúes.

[Fuente: medio ambiente / energía y ciencia](#)



Biodigestor de polietileno

[Fuente: medio ambiente / energía y ciencia](#)

4.7 Factores a tomar en cuenta

Costo, tamaño, clima local, aprovisionamiento y tipo de residuos.

4.8 pH

Se auto-regula, pero a veces es conveniente agregar Bicarbonato de Sodio, para mantenerlo cuando se agregan materiales verdes o con mucho contenido de nitrógeno.

4.9 Relación sólidos y agua

Será necesario agregar agua al material en el caso que esté seco, o si el contenido de nitrógeno es alto.

4.10 Relación C / N

La relación 1/20 a 1/30 es la mejor. El Mezclado o agitación interna del Biodigestor ayuda al proceso.

4.11 Mezcla del material, su tamaño y tiempo de residencia

El tamaño y el premezclado de los insumos con una consistencia pareja, permiten a las bacterias actuar más rápido. Se ha comprobado que los antibióticos destruyen a las bacterias anaeróbicas.

4.12 Biofertilizante

El residuo producido por el Biodigestor es un material rico en nutrientes, convirtiéndose en un excelente fertilizante inodoro que contiene 20 % de Proteínas, 4 % de NPK solubles, un 14 % más de Nitrógeno y 20 % Potasio y con pH de 7,5. En la Tabla 1 se muestra una comparación del biogás con otras fuentes de energía.

Tabla 1: Comparación del biogás con otras fuentes de energía:

Combustible	Valor Calórico Joules./cm ³	kcal./m ³
Biogás (65-70%, ch4)	21,50 – 27,7	5.155 - 6.622
Metano	33,2 - 39,6	7.931 - 9.460
Gas de Carbón	16,7 - 18,5	3.990 - 4.420
Gas Natural	38,9 - 81,4	9.293 - 9.446
Propano	81,4 - 96,2	19.446 - 22.982
Butano	107,3 - 125,8	24.561 - 30.054

4.13 Cálculo de producción de estiércol de acuerdo al peso del animal

Como promedio para diversas especies, la cantidad total de estiércol es 25 a 30 veces el peso vivo de los animales. Así por ejemplo:

1 ternero de engorde con un peso animal 75 kg. * 30 = **2.250 kg./ año.**

1 cerdo de 60 kg. *30 = **1.800 kg./ año.**

1 gallina ponedora **70 kg./ año.**

1 coneja reproductora, peso aprox. 1,5 kg. *30 = **45 kg./ año.**

4.14 Utilización del Biogás

Con el biogás se puede sustituir a la electricidad, al gas propano o al diesel, como fuentes energéticas en la producción de electricidad, calor y refrigeración.

Las explotaciones ganaderas (bovinos, porcinos, etc.), y avícolas, consumen energía eléctrica para el funcionamiento de sus equipos; así, en las ganaderías se utiliza electricidad en las labores de ordeño y un 30% del total en el enfriamiento de la leche, en las porquerizas para obtener calor circulante y en los galpones para elevar la temperatura ambiente, sea esta con el calentamiento de agua, con la utilización de lámparas eléctricas o calentadores a gas.

Todas estas necesidades se pueden cubrir con el uso de biogás, a más de que estaríamos aprovechando de manera racional los residuos orgánicos, evitando así la contaminación del medio ambiente.

Los aparatos eléctricos de uso constante son: las bombas eléctricas, ventiladores, motores, compresores y la iluminación.

La mayoría de aparatos a gas vienen diseñados para trabajar con gas propano a presión; la conversión de aparatos para que puedan funcionar a gas natural es sencilla, se amplía el orificio del conducto o ciclón, ya que el gas que proviene del biodigestor, posee menor presión de operación y se debe mantener un flujo constante.

Una muestra de utilización y consumo de biogás se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2: Cuadro de utilización y consumo de biogás:

Equipo	Consumo de biogás en m ³ /hora
Estufa de cocina	0.150 – 0.200
Fogón para cocinar alimentos de los alimentos o frutas	0.300
Lámpara de gas equivalente a una bombilla de 60 W	0.100
Calentadores para lechones o cría de levante	0.250
Calentadores para cría de pollos	0.150
Nevera de absorción de amoníaco	
Motor biogás – diesel por b.h.p	0.420
Producción de 1 kWh de corriente eléctrica con una mezcla biogás diesel	0.700

Fuente: Formulación de un programa de normalización para aplicaciones de energías alternativas.

UPME. Marzo 2003

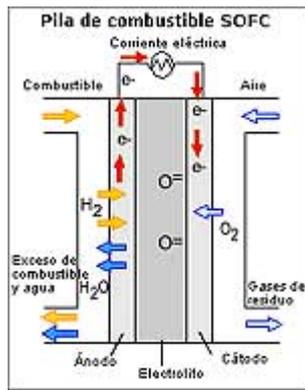
4.15 Generar energía eléctrica a base de biogás:

Se alimenta el metano a un motor a gas, gasolina, diesel o de tipo rotativo, el cual va conectado a un generador, y este a un transformador.

Para las aplicaciones térmicas, el gas es inyectado a un quemador, el mismo que puede ser incorporado en calderas, hornos y secadoras.

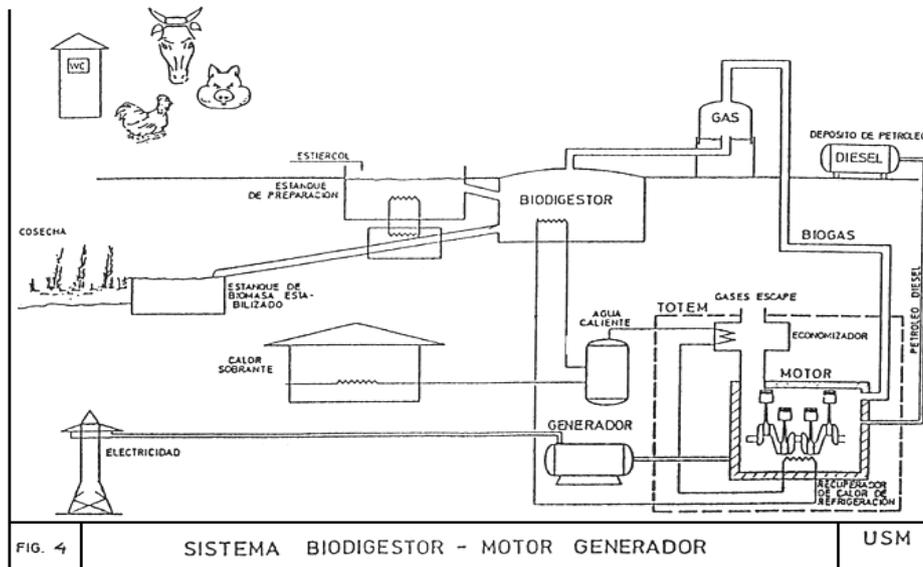
Batería de Gas o pila de combustible: utilizan el hidrógeno y el aire, gracias a una reacción electroquímica para producir electricidad, sin producir emisiones

contaminantes. Su grado de eficiencia oscila entre 50 y 85%. Estas necesitan de 2 electrodos, un ánodo y un cátodo, separados por un medio electrolítico.



En el mercado se encuentran disponibles diferentes clases de baterías, capaces de producir desde 1 Kw. a 250 Kw., que emplean diferentes clases de electrodos y medio electrolítico para su funcionamiento.

Grafico 7: Funcionamiento de un Biodigestor



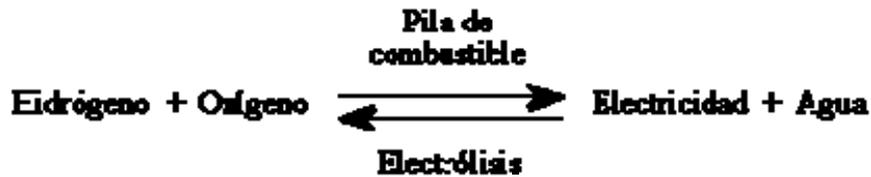
Fuente: IVT wärmepumpen

Producción a base de biogás:

El metano con un catalizador (platino), se disocia en carbono e hidrógeno; el carbono reacciona con el aire, convirtiéndose en anhídrido carbónico, que junto con el hidrógeno se introducen en la batería de gas por el ánodo ($\text{CO}_2 + \text{H}$), y el oxígeno del aire ingresa por el cátodo.

Los electrodos porosos permiten el contacto de los gases con el electrolito, produciéndose electricidad y agua potable. Con este sistema se han generado 10 kW a 120 v y 60 Hz., suficiente para una casa.

Para la conversión directa del metanol, se utiliza como electrolito al nafi3n, electrodos de platino y como catalizador el platino.



4.16 C3lculo de acuerdo a las necesidades del proyecto

Una Vaca produce 32,6 kg./d3a de esti3rcol, con 80% Hx humedad, 1,7 % N.

$$12 \text{ v} * 32,60 \text{ kg./d esti3rcol} = 391,2 * 90 \text{ d3as} = 35.208 \text{ kg.}$$

$$35.208 \text{ kg} * 80 \% \text{ H} = 28.166.4 \text{ kg}$$

$$35.208 \text{ kg.} - 28.166.4 \text{ kg.} = \underline{\mathbf{7.041,6 \text{ kg. de peso seco}}}$$

$$7.041,6 \text{ kg.} * 1,7 \% \text{ N} = 119,70 \text{ N}$$

$$119,70 \text{ N} * 25 \text{ R C/N} = \underline{\mathbf{2.992,5. C}}$$

Un ternero produce 4,8 kg./d3a de esti3rcol, 80 % Hx, 2,6 %N.

$$10 \text{ T} * 4,80 \text{ kg./d esti3rcol} = 48 \text{ kg.} * 90 \text{ d3as} = 4.320 \text{ kg}$$

$$4.320 \text{ kg.} * 80 \% = 3.456 \text{ kg.}$$

$$4.320 \text{ kg.} - 3.456 \text{ kg.} = \underline{\mathbf{864 \text{ kg. de peso seco}}}$$

$$864 \text{ kg.} * 2,6 \% \text{ N} = 22,46 \text{ N}$$

$$22,46 \text{ N} * 16 \text{ C/N} = \underline{\mathbf{359,36 C}}$$

Un cerdo produce 4,10 kg./d3a de esti3rcol, 82 % Hx, 3,8 %N.

$$6 \text{ cerdos} * 4,10 \text{ kg.} = 24,6 \text{ kg.} * 90 \text{ d3as} = 2.214 \text{ kg.}$$

$$2.214 \text{ kg.} * 82\% = 1.815,48 \text{ kg}$$

$$2.214 \text{ kg.} - 1.815,48 \text{ kg.} = \underline{\mathbf{398,52 \text{ kg. de peso seco.}}}$$

$$398,52 \text{ kg.} * 3.8\% \text{ N} = 15,14 \text{ N}$$

$$15,14 \text{ N} * 14,4 \text{ R C/N} = \underline{\mathbf{218 C}}$$

Una gallina produce 0,16 kg./día de estiércol, 56 % Hx, 6,3 %N.

$$100 \text{ gallinas} * 0.16 = 16 \text{ kg.} * 90 \text{ días} = 1.440 \text{ kg.}$$

$$1.440 \text{ kg.} * 56\% = 806,4 \text{ kg.}$$

$$1.440 \text{ kg.} - 806,4 \text{ kg.} = \mathbf{633,6 \text{ kg. de peso seco}}$$

$$633,6 \text{ kg.} * 6,3 \% \text{ N} = 39,91 \text{ N}$$

$$39,91 \text{ N} * 5,2 \text{ R C./N} = \mathbf{207,53 \text{ C}}$$

Un Hombre produce 0,2 kg./día,73% Humedad,6 % N.

$$5 \text{ Hombres} * 0,2 \text{ kg.} = 1 \text{ kg.} * 90 \text{ días} = 90 \text{ kg.}$$

$$90 \text{ kg.} * 73\% \text{ H} = 65,7 \text{ H}$$

$$90 - 65,7 = \mathbf{24,3 \text{ kg. de peso seco}}$$

$$24,3 * 6\% = 1,45 \text{ N}$$

$$1,45 \text{ N} * 8 \text{ R C./N} = \mathbf{11,66 \text{ C.}}$$

Total	N	C
	198,66	3.789,05

$$30 * \text{Total N} - \text{Total C}$$

----- = kg. necesarios de maíz

$$(\text{C./N maíz} - 30) (1 - \% \text{ H maíz}) \% \text{ N maíz}$$

$$30 * 198,66 \text{ N} - 3.789,05 \text{ C} \quad 2.170,75$$

$$\text{-----} = \text{-----} = \mathbf{11.797,55 \text{ kg. maíz}}$$

$$(53-30)(1-0) 0.8\% \text{ N} \quad 0,184$$

$$11.797,55 * 0,8\% = 94,38 \text{ N} * 53 \text{ R C /N} = 5.003,16 \text{ C}$$

	$5.003,16 \text{ C} + 3.789,05 \text{ C}$	$8.792,21$
R C./N =	$\text{-----} =$	$\text{-----} = 30$
	$94,38 \text{ N} + 198,66 \text{ N}$	$293,04$

El estiércol de los 200 conejos se utilizará para producir humus de lombriz. Los 200 conejos producen aproximadamente 50 kg. diarios de estiércol.

Se necesita un área de 100 m.², en la cual se obtendrá 30 kg./día de humus, que se empleará como parte del plan de fertilización de los diferentes cultivos de la granja.

4.17 Tamaño del Digestor:

Se aplican las siguientes fórmulas: V (volumen), P (peso), y d (densidad)| va (volumen de agua)| Volumen del Digestor (VD) = Vz. (volumen de la mezcla) + 15 %| Vm. (volumen material)

$$V = \frac{P}{D} \quad V_a = \frac{P(1 - \% H)}{0,09} \quad V. z. = V. m. + V. a.$$

$$V_v = \frac{35.208 \text{ kg. est. Vaca}}{1.150 \text{ kg./m}^3} = 30,61 \text{ m.}^3 \text{ de estiércol}$$

$$V_t = \frac{4.320 \text{ kg.}}{1.150 \text{ kg./m}^3} = 3,75 \text{ m.}^3 \text{ de estiércol}$$

$$V_c = \frac{2.214 \text{ kg.}}{1.150 \text{ kg./m}^3} = 1,92 \text{ m.}^3 \text{ de estiércol}$$

$$V_g = \frac{1.440 \text{ kg.}}{1.150 \text{ kg./m}^3} = 1,25 \text{ m.}^3 \text{ de estiércol}$$

$$VH = \frac{90 \text{ kg.}}{1.150 \text{ kg./m}^3} = 0,078 \text{ m.}^3 \text{ de estiércol}$$

$$Vm = \frac{11.797,55 \text{ kg.}}{100 \text{ kg./ m.}^3} = 117,97 \text{ m.}^3 \text{ de maíz}$$

Total Volumen material: 155,57 m.³

$$V. a. v = \frac{35.208 \text{ kg.} (1 - 0,8)}{0,09} = \frac{7.041,6}{0,09} = 78.240 - 35.208 = 43.032 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m.}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad \quad 43.032 \text{ l.} = \mathbf{43,03 \text{ m.}^3} \end{array}$$

$$Va. t = \frac{4.320 \text{ kg.} (1 - 0,8)}{0,09} = \frac{864}{0,09} = 9.600 - 4.320 = 5.280 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m.}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad \quad 5.280 \text{ l.} = 5,28 \text{ m.}^3 \end{array}$$

$$V. a. c. = \frac{2.214 \text{ kg.} (1 - 0,82)}{0,09} = \frac{398,52}{0,09} = 4.428 - 2.214 = 2.214 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m.}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad \quad 2.214 \text{ l.} = 2,21 \text{ m.}^3 \end{array}$$

$$Va. g. = \frac{1.440 \text{ kg.} (1 - 0,56)}{0,09} = \frac{633,6}{0,09} = 7.040 - 1.440 = 5.600 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m.}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad \quad 5.600 \text{ l.} = 5,6 \text{ m.}^3 \end{array}$$

$$\text{Va. H} = \frac{90 \text{ kg. } (1 - 0,73)}{0,09} = \frac{24,3}{0,09} = 270 - 90 = 180 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m.}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad \quad 180 \text{ l.} = 0,18 \text{ m.}^3 \end{array}$$

$$\text{Va. m} = \frac{11.797,55 \text{ kg. } (1 - 0)}{0,09} = 131.083,88 - 11.797,55 = 119.286,33 \text{ l.}$$

$$119,28 \text{ m.}^3$$

Total volumen agua 175,58 m.³

$$\text{VD} = (155,57 \text{ m.}^3 + 175,58 \text{ m.}^3) (+15\%)$$

$$\text{VD} = (331,15) 15\% = 49,67$$

$$\text{VD} = 331,15 + 49,67 = 380,82 \text{ m.}^3$$

Para este volumen de estiércol se necesita un digestor de **380,82 m.³**

4.18 Volumen del Depósito:

1 Kg. de gas ocupa 0,63 m.³ | El Material produce la mitad de su peso seco en gas.

$$0,63 * 50\% = 0,315 \text{ m.}^3$$

$$\text{Vg.} = 0,315 * \text{T. Peso seco} + \text{peso maíz}$$

$$\text{Vg.} = 0,315 \text{ m}^3 (8.962,02 \text{ kg.} + 11.797,55 \text{ kg.}) = 6.539,26 \text{ m.}^3 \text{ de gas en 90 días.}$$

Producción de gas diaria: 140,20 m.³ (se pueden cubrir las necesidades energéticas de 72,65 m.³).

4.19 Poder Calorífico: 6.000 kcal./g. m.³

$$6.539.26 \text{ m.}^3 * 6.000 \text{ kcal.} = 39.235.560 \text{ kcal.}$$

$$39.235.560 / 860 \text{ kcal.} = \quad \mathbf{45.622,74 \text{ kwh. / 90días} = 506,91 \text{ kwh. / día}}$$

Presión de la cúpula: 0,02 kg./cm.², se obtiene con una cúpula de 240 kg. de peso y 60 cm. de radio.

4.20 Cúpula: Su diámetro debe ser 15 cm. menor que el diámetro del depósito.

CAPITULO V

5. Aeromotor para elevación de agua

5.1 Generalidades

Aeromotor es una máquina de eje de rotación horizontal, que por medio de una biela, acciona la rueda de pistón de una bomba colocada debajo de la máquina y más arriba de la capa de agua a extraer. Posee una velocidad de rotación de 30 a 80 r.p.m. Arrancan con vientos débiles de 2 a 3 m./s., 7, 2 a 10,8 km./h. Para un aeromotor de 2 m de diámetro la velocidad óptima es de 50 r.p.m, con vientos de 7m/sg.

Gráfico 8: Aeromotor



[Fuente: medio ambiente / energía y ciencia](#)

5.2 Instalación

Luego de haber elegido el sitio para instalar el equipo se toman los siguientes datos:

- ◆ Velocidad, frecuencia y dirección del Viento
- ◆ Cálculo de las necesidades de agua.

5.3 Rendimiento

El rendimiento del aeromotor depende de los siguientes factores:

Velocidad, frecuencia y dirección del viento, datos que obtenemos en las estaciones meteorológicas (mapas eólicos), con la escala de Beaufort, manga de aire o con el uso del anemómetro.

La mejor forma de medir la velocidad del viento, para una futura instalación de una turbina eólica, es situar un anemómetro, a la misma altura, a la que se va instalar el aeromotor, que se va a utilizar. Esto evita la incertidumbre que conlleva el recalcular la velocidad del viento a una altura diferente.

Tabla 3: Cálculo de la velocidad del viento

KM./H	EFECTO
0-1,5	Humo se eleva verticalmente.
3-5	Humo indica dirección del viento.
6-10	Se siente viento en la cara; hojas se mueven ventanas se mueven.
12-18	Hojas y ramas constante movimiento, extiende una bandera liviana.
20-27	Polvo se levanta, hojas de papel vuelan; pequeñas ramas se mueven.
28-36	Pequeños árboles de hojas pendulan; crestas de olas en estanques.
38-46	Grandes ramas se mueven, silban cables, uso de paraguas limitado.

Otros factores que también influyen en el rendimiento son: la latitud, la altitud, la topografía y la vegetación del lugar escogido para su instalación.

El rendimiento, o potencia máxima de un aeromotor, es el 30 o 50% en relación con el límite de Betz cuya fórmula es: $P \text{ (wattios)} = 0,29 * D^2 \text{ (m)} * V^3 \text{ (m /s)}$. “D = diámetro; V = Velocidad viento”

Para determinar la capacidad de bombeo de un aeromotor se basa en el diámetro de la rueda, el rendimiento y la altura de la torre, como se indica a continuación:

Cuadro1: Capacidad de Bombeo

Diámetro Rueda	Rendimiento Medio por día	Altura de la Torre
2,0 m	3.100 lts	6 m
2,2 m	4.900 lts	8 m
2,5 m	5.400 lts	8 m
2,5 m	8.800 lts	10 m

Tabla 4: Capacidad de Bombeo

Diámetro del Cuerpo de Bomba en Pulgadas	Capacidad en litros por Hora		Altura en metros que puede elevarse el agua						
			TAMAÑO DEL MOLINO DE VIENTO EN PIES						
	6	8-16	6	8	10	12	14	16	
2.1/4	680	1000	23	34	52	77	110	180	
2 1/2	850	1230	20	29	43	65	92	150	
2 3/4	1000	1460	17	25	37	55	80	130	
3	1200	1780	14	21	31	47	67	110	
3 1/4	--	2075	--	--	27	40	57	93	
3 1/2	1670	2420	11	15	23	35	49	82	
3 3/4	-	2750	--	--	20	30	44	70	
4	2150	3150	8	12	18	26	38	61	
4 1/2	2750	4000	7	9	14	21	30	49	
5	3400	4900	5	8	11	17	24	40	
6	-	7100	--	5	8	11	17	26	

Fuente: <http://lacasadelalambre.com.ar>

Esta tabla nos ayuda a elegir el tipo de molino que requerimos.

5.4 Pasos para la correcta elección del Molino

- ◆ Calcular el promedio de consumo de agua en litros por día.

- ◆ Obtener el equivalente horario; se divide el promedio de consumo de agua para cinco.
- ◆ Revisar la tabla de capacidades y elegir el diámetro del cilindro, que más se acerque al equivalente horario.
- ◆ Calcular la elevación total de bombeo, desde el nivel del agua del pozo, al punto de descarga.
- ◆ Utilizar la tabla de capacidades, para elegir la medida de molino, que pueda operar el cilindro al bombear a elevación total.
- ◆ Elegir una torre que emplace el centro de la rueda, a la altura a la que se realizó la medición del viento.
- ◆ Escoger un cilindro por lo menos 2" más largo que el golpe de bombeo del molino.
- ◆ Elegir la varilla de bombeo, tubería y demás accesorios en las medidas recomendadas para el cilindro específico.

5.5 Componentes

5.5.1 Rueda o rotor

Es el elemento principal para captar el viento, consta de 6 a 24 aspas oblícuas, elaboradas en lámina de acero galvanizado, madera u otros materiales, con diámetros de 1,5 a 6 m o más, dispone de un timón y paleta de seguridad, que controla la velocidad de funcionamiento del aparato, bloqueándolo al mismo si existe riesgo para el aparato.

Tabla 5:Tabla de Especificaciones

Diámetro	de la	Golpes	de	Velocidad del RPM Rueda	Golpes	x
----------	-------	--------	----	-------------------------	--------	---

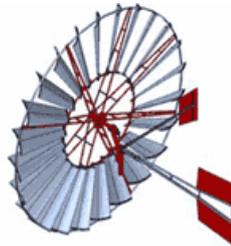
rueda Pies - Mts	Bombeo Largo	Viento		15 - 18		Minuto
		Corto(Millas)				
6	1,83	5"	3.3/4"	15 - 18	125	32
8	2,44	7.1/8"	5.1/2"	15 - 18	105	32
10	3,05	9.1/4"	7.1/4"	15 - 18	85	26
12	3,22	11.1/4"	8.1/4"	15 - 18	73	21
14	4,27	13.1/2"	9.3/4"	15 - 18	62	18
16	4,85	14.7/8"	11.3/8"	15 - 18	53	16

Fuente: <http://lacasadelalambre.com.ar>

5.5.2 Sistema de Control

Control de velocidad para vientos fuertes, mediante aleta de deflexión lateral y aleta orientadora. Ver gráfico 9.

Gráfico 9: Aleta orientadora y de control.



Fuente: [medio ambiente / energía y ciencia](#)

5.5.3 Soporte o Torre



Altura variable (10 –15 m), y va proporcional al tamaño de la rueda; a mayor tamaño de la rueda, mayor altura. Sus dimensiones varían según el anclaje, necesidades de agua y profundidad de bombeo. Es importante, que las aspas queden a 5 m. de altura, sobre los obstáculos que se encuentren a 120 m. a la

redonda del pozo.

Tipos de Torres: Torres reticuladas de acero, de perfilera metálica, de base triangular o cuadrangular, ancladas en hormigón. Torres tipo antena con riendas, son más económicas, limitando su aplicación a aeromotores de no más de 10 Kw. Se recomienda recubrir con pintura anticorrosiva y aluminio extra reflexivo, así como incorporar una escalera para facilitar el mantenimiento.

5.5.4 Sistema de Bombeo

Normalmente se utiliza una bomba de émbolo o pistón de simple efecto. La bomba de pistón de simple efecto, es construida en acero inoxidable, con diámetro de 2 ½” o 3”, según la cabeza de bombeo. Succión y descarga en 1 ½”; tubería de succión de PVC en 1 ½” o 2” x 6 metros.

5.5.4.1 Capacidad de Bombeo:

Según el viento disponible, se puede bombear desde 800 a 1.200 litros / Hora, para modelos pequeños, y 1.500 a 3.500 Litros / Hora, para modelos grandes. La capacidad de bombeo es igual, al nivel de bombeo más la elevación. El requerimiento de agua, se estima de 4 a 8 horas diarias de bombeo; esto cambia de acuerdo al lugar geográfico de la instalación del equipo.

5.5.4.2 Cabeza total de bombeo

20 a 60 metros en línea vertical, y hasta 1.000 metros en plano.

5.5.5 Depósito

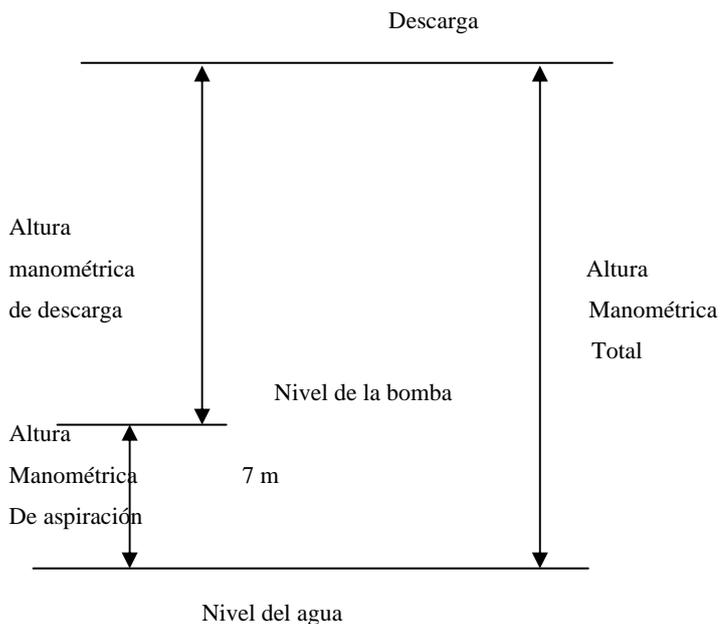
De acuerdo a las necesidades, se calcula una reserva para un par de días, puede ser colocado a nivel del suelo o elevado. Se almacenan 1000 l por m³. Si es para uso doméstico puede ser de unos 200 l.

5.6 Caudal

La capacidad de bombeo es igual, al nivel de bombeo más la elevación. Es proporcional a la longitud de recorrido del pistón de la bomba. Varía mucho, según las condiciones de la bomba, de la capacidad del aeromotor, profundidad del agua, regularidad y velocidad del viento, etc.

Para el caudal se debe diferenciar entre Altura manométrica de aspiración: que es la altura comprendida entre el nivel del agua y el nivel de la bomba. Lo máximo permitido es 7 m. Altura manométrica de impulsión o descarga: es la altura del nivel del tubo de impulsión menos la altura del nivel de la bomba. Altura manométrica total: es la suma de las dos anteriores.

El requerimiento de agua, se estima entre 4 a 8 horas diarias de bombeo; esto cambia de acuerdo al lugar geográfico de instalación del equipo.



5.7 Diseño del equipo apto para nuestras necesidades

Fabricación de un molino, para el bombeo de 8.133 l. /diarios de agua, en una zona con vientos de 7 m / s (25 km. / h).

$8.133 \text{ l} / 5 = 1.626 \text{ l./ hora}$ es el equivalente horario de la capacidad de bombeo requerida por el molino.

De acuerdo a la tabla, necesitamos una bomba de 3 pulgadas de diámetro.

Capacidad total de elevación: 31 m

Elevación requerida de bombeo: 15 m.

Tamaño del molino: 3 m.

Altura de la torre: 15 m.

Capacidad de bombeo: 1.780 l/ hora.

Diámetro de la rueda 3 m, con 16 palas.

Diámetro del pistón de la bomba 3 pulgadas.

Depósito de 25 m.³ a nivel del suelo.

Potencia eólica:

$$P = 0,29 * (3)^2 * (7)^3 = 0,29 * (16) * (343) = 895,23 \text{ w}$$

$$P N 35\% = \mathbf{313,33 \text{ w}}$$

CAPITULO VI

RECURSOS

6.1 Humanos

Autor: Patricio Mora Rodas

Director: Dr. Luis Carlos Rodríguez

Propietario de la granja y familia: 5 personas

6.2 Materiales

Área de instalaciones de la granja

Casa	120 m. ²
Establos	100 m. ²
Gallinero	20 m. ²
Porqueriza	10 m. ²
Conejera	50 m. ²
Invernaderos	2.000 m. ²
Total:	2.300 m.²

Maquinaria y Equipos

- ◆ Colectores Solares planos y accesorios.
- ◆ Aeromotor.
- ◆ Bomba de émbolo o pistón.
- ◆ Biodigestor.
- ◆ Motor a gas.
- ◆ Bomba de calor.

- ◆ Bombas y accesorios para mover el calor, (termostatos, válvulas, intercambiador de calor).
- ◆ 4.000 m de tubería plástica de 20 mm.
- ◆ Aislante (estiropor o lana de vidrio)

Materiales de Campo:

- ◆ Anemómetro y torre graduable portátil.
- ◆ Libreta de campo.
- ◆ Flexómetro.
- ◆ Termómetro.
- ◆ Tractor.
- ◆ Herramientas varias: (carretilla, palas, trinchas, barreta, serrucho, martillo, etc.)

6.2.1 Ubicación del Ensayo:

6.2.2 Localidad: Achsheim.

6.2.3 Provincia: Bayern.

6.2.4 Cantón: Augsburg.

6.2.5 Ubicación: 20 Km. de la ciudad de Ausburgo.

6.2.6 Altitud aprox.: 461 msnm.

6.2.7 Superficie: 90 ha.

6.3 Características Climáticas

Alemania está situada más cerca del círculo polar que del Ecuador, tiene un clima templado, sin períodos de frío o calor extremos. La mayoría del territorio de la

República Federal de Alemania, está situada en la zona climática templada fría. La Ciudad de Ausburgo está situada en el valle de los Alpes de Bavaria.

6.4. Adecuación del área de trabajo

6.4.1 Primera Etapa: se realizó la inspección de la granja, se analizó el estado de las instalaciones como: aislamiento térmico, estado de los sistemas de ventilación, de los sistemas de alojamiento para los animales, la capacidad de carga animal, el estado de las fuentes de agua, etc.

6.4.2 Segunda Etapa: Realizamos la programación de actividades. (Ver cronograma en la siguiente página).

Partimos con el cálculo de las necesidades energéticas y de agua de la granja.

*Calculamos el consumo de energía de los equipos y aparatos que disponemos.

*Calculamos el consumo de agua por parte de los animales, de los cultivos y para la limpieza de instalaciones y equipos.

Debido a que este proyecto conlleva actividades diferentes, lo concerniente a los cálculos y diseño de los equipos está explicado en cada tema.

Se trabajó en lo posible ajustándose al cronograma de trabajo.

Cronograma de actividades

Meses	1	2	3	4	5	6	7
	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4
Actividades							
Estudio de las condiciones actuales de la granja.	x-x-x						
Análisis y calculo de las necesidades energéticas de la granja	x	x-x-x-x					
Calculo de las necesidades de consumo de agua de la granja	x	x-x-x-x					
Diseño e instalación del equipo eólico para bombear agua		x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x
Diseño y construccion del Biodigestor			x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x	x-x-x-x
Diseño y construcción de un colector solar plano para el calentamiento de agua			x-x-x				
Diseño del sistema de calefacción			x	x-x-x-x			
Calculo para la recuperacion de el calor de los establos.				x			
Diseño y construccion de un colector solar plano para Calefactar ambientes					x-x-x-		
Diseño del acumulador					x		
Compra de equipos adicionales (Bomba de Calor, suelo radiante, acumulador)					x	x-x-x-	
Adecuación Térmica y Climatizacion de Invernaderos						x-x-x-	
Instalacion de equipos						x-x-x-x	x-x-x-x

6.5 Necesidades Energéticas de la Granja

Para calcular el consumo mensual de energía, requerimos conocer el voltaje y las horas de uso de cada uno de los aparatos de la granja. Para esto necesitamos saber la potencia (wattios) y dividir para el voltaje, así obtenemos la cantidad de corriente en amperios. Para calcular los Kwh. se multiplica los wattios por las horas de uso y se divide para 1000.

6.6 Consumo de energía de la granja

Vivienda	Electrodomésticos	= 480,52 kwh./mes
	7 Focos de 60 w * 180 h /mes	= 75,60 “
	5 Focos de 20 w * 180 h /mes	= 18,00 “
Establos	3 Lámparas fluorescentes * 210 h / mes	= 56,70 “
Sala de ordeño y	2 Lámparas fluorescentes * 180 h./ mes	= 32,40 “
Cuarto frío	1 Lámpara fluorescente * 180 h./ mes	= 16,20 “
Gallinero:	1 Foco 100 * 510 h. / mes	= 51,00 “
Porqueriza	1 Foco 60 * 90 h./ mes	= 5,40 “
Conejera	1 Lámpara fluorescente * 90 h. / mes	= 8,10 “
Total de energía consumida:		743,92 kwh./mes
		106,62 m.³/ mes

Tabla 6: de Consumo de los diferentes aparatos eléctricos

#1	#2	#3	#4	#5
No.	Tipo de Aparato	Potencia Kw.	Horas de Uso al Mes (estimación)	Consumo Kwh./mes
1	Estufa eléctrica	4.00	60.00	240.00
1	Secadora de ropa	3.50	4.00	14.00
1	Lavadora de ropa	3.00	15.00	45.00
1	Ducha Eléctrica	3.00	15.00	45.00
1	Horno tostador	1.50	1.00	1.50
1	Plancha	1.00	5.00	5.00
1	Horno de Microondas	1.00	2.00	2.00
2	Bomba de agua 3/4 HP	0.20		1.80

1	Bomba de agua	3.70	10.00	37.00
1	Licuada	0.40	1.50	0.60
1	Secadora de pelo	0.40	2.00	0.80
1	Refrigerador 9' (*)	0.67	120.00	80.40
1	Televisión	0.08	90.00	7.20
1	Equipo de sonido	0.045	5.00	0.22

Consumo para iluminación

1	Lámpara Fluorescente	0.09	180.00	16.20
1	Foco a 60 W	0.06	180.00	10.80
1	Foco a 100 W	0.10	180.00	18.0

6.7 Gallineros

El consumo de energía del gallinero, varía según las etapas de desarrollo de las aves, ya que se necesita diferentes grados de temperatura e iluminación. La temperatura del local, durante las 4 primeras semanas debe permanecer alrededor de 33 °C, luego se disminuye 3 °C por semana. La temperatura se toma a 5 cm del suelo.

6.7.1 Iluminación

Las aves en producción, necesitan tener 17 horas de luz.

Semanas	Tarde	Día
1	1 h	--
2	1 1/2 h	--
3	2	--
4	2 1/2 h	--
5	2 1/2 h	1/2
6	2 1/2 h	1 h
7	2 1/2 h	1 1/2 h
8	2 1/2 h	2 h
9	2 1/2 h	2 1/2 h

6.8 Necesidades de Agua

6.8.1 Consumo de agua de los diferentes animales

El consumo de agua por el animal está influenciado por muchos factores externos e internos, que por lo general son muy difíciles de controlar. Estudios realizados indican que podría hacerse una buena aproximación, si consideramos que un animal adulto puede consumir aproximadamente el 8 al 10% de su peso en agua. Se estima que el consumo de agua para lavado y limpieza es el 50% menos de lo que consumen los animales.

Datos obtenidos en diferentes instalaciones, revelan que el consumo aproximado por vaca al día es de 200 l., incluido aquí el agua utilizada para beber, para limpiar instalaciones y equipos y el agua para el enfriamiento de la leche.

Consumo de agua de acuerdo al peso del animal

Animal	Peso animal	Consumo de agua
Reproductor	1.200 kg. >	120 l/ d
Vacas	600 –650 kg.	60 – 65 l/ d
Ternero de engorde	75 kg.	7,5 l/ d
Cerdo	60 kg.	6 l/ d
Ponedoras	2,3 kg.	0,23 l/ d
Coneja	1,3 kg.	0,13 l/ d

Consumo de agua por edades

Teneros	10 l/ cabeza / día
Bovinos 1 a 2 años	25 l/ cabeza / día
Vacas secas	45 l/ cabeza / día
Vacas en Producción:	
10 l de leche	65 l/ cabeza / día
10 y 20 l	85 l/ cabeza / día
20 y 30 l.	120 l/ cabeza / día

Los animales en pastoreo consumen 50% más agua que los estabulados.

Cerdos	20	l/ día/ cabeza
Lechones	0,6	l/ día/ cabeza
Levantes	5	l/ día/ cabeza
Aves	4 gallinas	1 l./día
Conejos	0,16 – 0,45	lts/ día

6.9 Consumo de agua en los cultivos:

Los cultivos utilizan la radiación solar, el CO₂ de la atmósfera, agua y nutrientes, para producir biomasa (frutos, hojas, tallos y raíces) por medio de la fotosíntesis. Las estomas de las hojas se abren para permitir el ingreso de CO₂. En este proceso, se produce liberación de agua a la atmósfera, agua que la planta repone tomando del suelo, a través de las raíces.

6.10 Importancia del agua en los cultivos

- ◆ El riego debe aplicar la cantidad justa requerida por los cultivos.
- ◆ El exceso produce un lavado de los fertilizantes y en caso de suelos arcillosos cierre de los microporos, produciendo asfixia radicular.
- ◆ El déficit produce marchitamiento, reducción de la producción, etc.

6.11 Cálculo del consumo de agua de los cultivos bajo invernadero

Como dato aproximado, del consumo de agua para los cultivos bajo invernadero, se tiene el siguiente: 1.000 l. /m.²/ año

El cálculo se realiza, en base a los siguientes datos climáticos

- ◆ radiación solar
- ◆ temperatura

Para un mismo estado de desarrollo, el consumo agua de un cultivo, es mayor en primavera que en invierno, debido a que la radiación solar es mayor. La temperatura influye en el ritmo de desarrollo del cultivo, y en el de consumo de agua.

6.11.1 Ejemplo de Cálculo

Cantidad de agua de riego a aplicar, en un invernadero de 2.000 m.², si las necesidades del cultivo, no encalado, es 2,11 l./m.²/d.

La cantidad de agua de riego a aplicar es:

a) Si la instalación de riego del invernadero cuenta con contador

Consumo x Superficie = Riego

$$2,11 \text{ litros /m}^2 \text{ día} \times 2.000 \text{ m}^2 = 4.220 \text{ litros/ día} = \mathbf{4,22 \text{ m}^3 / \text{ día.}}$$

b) Si la instalación de riego del invernadero no posee contador y el riego se debe programar por tiempo:

$$\frac{\text{consumo}}{\text{caudal} \times \text{goteros / m}^2} \times 60 = \text{riego}$$

Si el caudal de los goteros es de 3 litros./hora, y hay 2 goteros./m.², el tiempo de riego sería:

$$2,11 \text{ litros /m}^2 \text{ día}$$

$$\text{-----} \times 60 \text{ minutos/ hora} = \mathbf{21,1 \text{ minutos /día}}$$

$$3 \text{ litros/ hora} * 2 \text{ goteros /m.}^2$$

Sí el invernadero se encuentra **encalado**, la dosis de riego es menor, ya que la radiación se reduce aproximadamente en un 30 %, la cantidad de riego sería:

a) con contador

$$4.220 \text{ litros/ día} (- 30\%) = 2.954 \text{ l./ día} = \mathbf{2,95 \text{ m.}^3}$$

b) por tiempo

$$21 \text{ minutos} (- 30\%) = 14, 7 = \mathbf{15 \text{ minutos}}$$

6.12 Consumo diario de agua para uso animal y limpieza en la granja

12v * 85 l = 1.020 l por promedio de producción entre 20 y 30 l.

10 T * 7,5 = 75 l.

6 cerdos = 120 l.

100 gallinas = 25 l.

200 Conejos = 84 l.

1.324 l.

Limpieza locales: 1.000 l. Total = **2.324 l.**

6.13 Consumo diario de agua en los cultivos

83 l. mes /m.² * 2000 m.² = 166.000 l. /mes = **5.533 l./ día**

Cultivos 5.533 l./ día

Establos, gallineros, etc. 2.324 l./ día

Casa 276 l. / día

Consumo total de agua en la granja 8.133 l. / día = 8 m.³/ día

6.14 Cálculo del área para la construcción de los diferentes establecimientos de la granja

Se calcula un área de 4 m.² por vaca, un área de 15 m.² para el cuarto frío, 14 m.² para la enfermería, etc.

Para las aves se calcula:

Aves en desarrollo: 10 aves por m.²

Aves en producción: 6 aves por m.²

Para los cerdos se calcula:

De 1 a 1,5 m.² por cerdo, según la explotación.

6.15 Área de instalaciones de la granja:

Casa	120 m. ²
Establos	100 m. ²
Gallinero	20 m. ²
Porqueriza	10 m. ²
Conejera	50 m. ²
Total:	300 m.²

6.16 Necesidades energéticas de la granja

Consumo total de agua: 8.033 l. / día = 8 m.³/ día

Consumo total de energía: 743,92 kwh./mes

Cuadro2: Cuadro de costos.

Descripción	V. Unitario	V. Total
Movilización	64,80 €	388,80 €
Materiales de Campo		
Anemómetro y torre graduable portátil (rentado)	1.800 €	1.800 €
Libreta de campo	1,25 €	1,25 €
Flexómetro	3 €	3 €
Termómetro	12 €	12 €
Tractor	0	0
Herramientas varias: (carretilla, palas, trinchas, barreta, serrucho, martillo, etc)	0	0
Materiales de Oficina		
Computadora	0	0
Calculadora	0	0

Impresora	0	0
Hojas	5 €	5 €
Perforadora	0	0
Esferos	0	0
Lápiz	0	0
Equipos		
Paneles solares, tanque de reserva e instalación	3.320 €	3.320 €
Sistema de calefacción invernaderos e Inst.	30.000 €	30.000 €
BioDigestor	74.363 €	74.363 €
Motor a gas 100 kwh.	61.000 €	61.000 €
Bomba de calor.	700 €	1.400 €
Molino de viento	12.055 €	12.055 €
Bomba de agua	3.000 €	3.000 €
Torre de acero	6.020 €	6.020 €
Extras: 1% del valor del proyecto	1.923 €	1.923 €
Total	194.267,05 €	195.291,05 €

CAPITULO VII

APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO LA SOLAR, DE LA BIOMASA Y GAS METANO EN LA HACIENDA LA TRABANA DE QUINGEO

Como parte suplementaria a este trabajo se realizan los cálculos necesarios para la futura construcción de un Biodigestor, con la finalidad de producir biogás y por medio de este la producción de energía eléctrica, aplicados a la granja de la Universidad del Azuay ubicada en Quingeo, así como los cálculos necesarios para instalar colectores solares planos, utilizando como fluido calo portador al agua y al aire, para proveer de agua caliente sanitaria y calefacción, cuyo diseño, instalación y gráficos están explicados en los diferentes capítulos de este trabajo.

El gas producido en el Biodigestor debe ser inyectado a un motor a gas, gasolina o diesel, este motor debe ser conectado a un generador y este a un transformador para producir energía eléctrica.

El agua que circula por el radiador del motor será utilizada para el calentamiento de agua sanitaria, esta será guiada por un sistema de distribución a través de un serpentín, que rodeará el tanque del depósito de agua, de aquí seguirá hacia el interior del Biodigestor para mantener la temperatura de la cámara de digestión a 35° C y de aquí volverá al radiador del motor para repetir el ciclo antes mencionado; también, se podría hacer pasar el agua calentada por el radiador a través de un suelo radiante que se ubicaría en el piso de la chanchera, en la zona de maternidad, prescindiendo así del uso de lámparas de calor.

7.1 Cálculos para la realización de un Biodigestor de acuerdo a la carga animal de la granja de la Universidad:

Una Vaca produce 32,6 kg./día de estiércol, 80% Hx humedad, 1,7 % N.

12 v* 32,60 kg./d estiércol = 391,2 * 90 días = **35.208 kg.**

$$35.208 \text{ kg.} * 80 \% \text{ H} = 28.166.4 \text{ kg.}$$

$$35.208 \text{ kg.} - 28.166.4 \text{ kg.} = \underline{7.041,6 \text{ kg. de peso seco}}$$

$$7.041,6 \text{ kg.} * 1,7 \% \text{ N} = \mathbf{119,70 \text{ N}}$$

$$119,70 \text{ N} * 25 \text{ R C/N} = \mathbf{2.992,5. C}$$

Un ternero produce 4,8 kg./día de estiércol, 80 % Hx, 2,6 %N.

$$6 \text{ T} * 4,80 \text{ kg./d estiércol} = 28,88 \text{ kg.} * 90 \text{ días} = \mathbf{2.592 \text{ kg}}$$

$$2.592 \text{ kg.} * 80 \% = 2.073,6 \text{ kg.}$$

$$2.592 \text{ kg.} - 2.073,6 \text{ kg.} = \underline{518,4 \text{ kg. de peso seco}}$$

$$518,4 \text{ kg.} * 2,6 \% \text{ N} = \mathbf{13,47 \text{ N}}$$

$$13,47 \text{ N} * 16 \text{ C/N} = \mathbf{215,65 \text{ C}}$$

Una gallina produce 0,16 kg./día de estiércol, 56 % Hx, 6,3 %N.

$$20 \text{ gallinas} * 0.16 = 3,2 \text{ kg.} * 90 \text{ días} = \mathbf{288 \text{ kg.}}$$

$$288 \text{ kg.} * 56\% = 161,28 \text{ kg.}$$

$$288 \text{ kg.} - 161,28 \text{ kg.} = \underline{126,72 \text{ kg. De peso seco}}$$

$$126,72 \text{ kg.} * 6,3 \% \text{ N} = \mathbf{7,98 \text{ N}}$$

$$7,98 \text{ N} * 5,2 \text{ R C./N} = \mathbf{41,51 \text{ C}}$$

Total N 141,15 Total C 3.249,66

$$30 * 141,15 - 3.249,66 \quad 984.84$$

$$\text{-----} = \text{-----} = \mathbf{5.352,39 \text{ kg. necesarios de maíz.}}$$

$$(53-30)(1- 0) 0,8 \% \text{ N} \quad 0,184$$

$$5.352,39 * 0,8 \% = 42,81 \text{ N} * 53 \text{ C/N} = 2.268,93 \text{ C}$$

$$2.268,93 \text{ C} + 3.249,66 \quad 5.518,59$$

$$\mathbf{R C/N} = \text{-----} = \text{-----} = 30,00$$

$$42,81 \text{ N} + 141,15 \text{ N} \quad 183,96$$

7.2 Tamaño del Digestor

$$V_v = \frac{35.208 \text{ kg. est. Vaca}}{1.150 \text{ kg./m}^3} = 30,61 \text{ m}^3 \text{ de estiércol}$$

$$V_t = \frac{2.592 \text{ kg.}}{1.150 \text{ kg./ m}^3} = 2,25 \text{ m}^3 \text{ de estiércol}$$

$$V_g = \frac{288 \text{ kg.}}{1.150 \text{ kg./ m}^3} = 0,250 \text{ m}^3 \text{ de estiércol}$$

$$V_m = \frac{5.352,39 \text{ kg.}}{100 \text{ kg./ m}^3} = 53,52 \text{ m}^3 \text{ de maíz}$$

Total Volumen material 86.63 m.³

$$V. a. v = \frac{35.208 \text{ kg.} \cdot (1 - 0,8)}{0,09} = \frac{7.041,6}{0,09} = 78.240 - 35.208 = 43.032 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad 43.032 \text{ l.} = \mathbf{43,03 \text{ m}^3} \end{array}$$

$$V. a. t = \frac{2.592 \text{ kg.} \cdot (1 - 0,8)}{0,09} = \frac{518,4}{0,09} = 5.760 - 2.592 = 3.168 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad 3.168 \text{ l.} = \mathbf{3,16 \text{ m}^3} \end{array}$$

$$\text{Va. g.} = \frac{288 \text{ Kg.} \cdot (1 - 0,56)}{0,09} = \frac{126,72}{0,09} = 1.408 - 288 = 1.120 \text{ l. de agua.}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m.}^3 = 1.000 \text{ l.} \\ X \quad \quad \quad 1.120 \text{ l.} = \quad \quad \quad \mathbf{1,12 \text{ m.}^3} \end{array}$$

$$\text{Va. m} = \frac{5.532,39 \text{ kg.} \cdot (1 - 0)}{0,09} = \frac{61.471 - 5.532,39}{0,09} = 55.938,61 \text{ l.}$$

$$\mathbf{55,93 \text{ m.}^3}$$

Total volumen agua 103,24 m.³

$$\text{VD} = (86,63 \text{ m.}^3 + 103,24 \text{ m.}^3) (+15\%)$$

$$\text{VD} = (189,87) 15\% = 28,48$$

$$\text{VD} = 189,87 + 28,48 = 218,35 \text{ m.}^3$$

Para este volumen de estiércol se necesita un digestor de **218,35 m.³**

7.3 Volumen del Depósito:

1 kg. De gas ocupa 0,63 m.³ | El Material produce la mitad de su peso seco en gas. 0,63

$$* 50\% = 0,315 \text{ m.}^3$$

$$\text{Vg.} = 0,315 * \text{T. Peso seco} + \text{peso maíz}$$

$$\text{Vg.} = 0,315 \text{ m}^3 (7.686,72 \text{ kg.} + 5.532,39 \text{ kg.}) = 4.164 \text{ m.}^3 \text{ de gas en 90 días.}$$

Producción de gas diaria: 46,26 m.³ (se pueden cubrir las necesidades energéticas de 46,26m.³)

7.4 Poder Calorífico: 5.461 kcal./g. m.³

$$4.164 \text{ m.}^3 * 5.461 \text{ kcal.} = 22.739.604 \text{ kcal.}$$

$$22.739.604 / 860 \text{ kcal.} = \quad \mathbf{26.441,4 \text{ kwh.} / 90\text{días} = 293,79 \text{ kwh.} / \text{día}}$$

7.5 Colectores solares planos**7.5.1 Características Generales**

La instalación de energía solar consta de: Circuito primario que es el captador solar y circuito secundario que consta de acumulador y sistema de distribución.

7.5.2 Colector Solar

Es un intercambiador de calor, cuyo principio se basa en el efecto invernadero, que utiliza una placa negra como captador de la energía solar la que es cedida al agua, que es utilizada como fluido portador de calor, ya que esta tiene gran capacidad de almacenamiento. Según la cantidad de agua que circule en su interior la temperatura puede alcanzar de 40 a 100° C.

7.5.3 Principio de funcionamiento

El funcionamiento se basa en 3 principios:

- ◆ Acción que ejerce el sol sobre los cuerpos.
- ◆ Utilización del cuerpo negro para atraer la radiación solar.
- ◆ Efecto Invernadero o trampa de calor.

7.6 Colector Solar Plano para una familia de 7 personas

7.6.1 Diseño del equipo

- ◆ Factor de insolación del lugar a instalar el equipo 12 H. Sol (4.320 h/año).
- ◆ Número de personas. 7
- ◆ Necesidades de agua: 386,4 l./ día.
- ◆ Temperatura inicial del agua. 10° C
- ◆ Temperatura final del agua. 60° C

$$\text{kcal.} = 50 \text{ } ^\circ \text{C} \quad 1 \text{ kg. de H}_2\text{O}$$

$$\text{X} \quad 386,4 \text{ kg. de H}_2\text{O} \quad \mathbf{R = 19.320 \text{ kcal.}}$$

$$1 \text{ kwh.} \quad 860 \text{ kcal.}$$

$$\mathbf{X} \quad \mathbf{19.320 \text{ kcal.}} \quad \mathbf{R = 22,46 \text{ kwh.}}$$

Insolación media 12 H/ sol

Rendimiento del colector 50%

12 X 50% = **6 kwh./d** energía captada.

Energía Producida = 6 X 50% = **3 Kwh./d / m.²**

Producción: 3 kwh./d./m.² 1 m.²

Necesidades: 22,46 kwh. X = **7,48 m.²**

7,48 X 2/3 = **4,98 m.²** de colectores 2/3 (constante de ahorro)

7.6.2 Cálculo de diseño de un colector

Cantidad de agua por persona 46 l.

Número de personas 7

7.6.3 Tamaño de almacenamiento

$$46 \text{ l.} * 7 \text{ personas} = 322 \text{ l./día} + 20\% = 386,4 \text{ l.}$$

$$386,4 \text{ l} / 100 = 3,86 \text{ m.}^2$$

7.7 Construcción y Materiales

7.7.1 Caja

La función principal es proteger de los agentes atmosféricos y mantener la hermeticidad para lo que debe poseer un material aislante que evite la pérdida de calor por los laterales y fondo.

Se construye de acero inoxidable o chapa galvanizada, las medidas pueden ser de 1 m.² a 1,5 m.², su espesor puede ser de 9 a 16 cm.; 5 a 10 cm. para el aislamiento; 2 a 3 cm. para la placa absorbente y 2 a 3 cm. para la cámara de aire. Se necesita una base de 1 a 1,5 m.²

4 laterales rectangulares de 1 por 0,14 m doblados en forma de U

4 ángulos de aluminio de 6 por 2 cm.

Remaches de 5mm de cabeza.

1 tubo de silicón

7.7.2 Aislante: Se colocan dentro de la caja:

2 piezas cuadradas de fibra de vidrio rígida de 0,95 x 0,95 cm.

2 piezas rectangulares de fibra de vidrio de 100 x 8 cm.

2 piezas rectangulares de fibra de vidrio de 95 x 8 cm.

1 rollo de papel de aluminio (colocado sobre la plancha de fibra)

2 listones de madera de 95 cm. de largo y 1 cm. de grueso

1 Tubo de pegamento

7.7.3 Serpentín o parrilla

Debe ser un poco más pequeña que la caja.

1 tubo de Cu de 20/22 mm. de diámetro y 210 m de longitud

10 trozos de tubo de Cu de 11/12 mm. de diámetro y 90 cm. de longitud.

2 empalmes racor para soldar al tubo de 20/22 mm. con rosca de $\frac{3}{4}$ pulg., uno con rosca macho y otro con rosca hembra.

1 rollo de chapa de Cu de 40 cm. de ancho x 2,5 m de longitud y 1/10 mm. de grosor.

1 carrete de estaño con plata para soldar

1 bote fundente de plata para soldar.

1 bote de pintura negra mate.

Al tubo de Cu de 20/22 mm. de diámetro y 210 m de longitud, se corta en dos pedazos uno de 110 cm. y otro de 90 cm., los 10 cm. sobrantes son para empalmar la caja, a este se sueldan 2 empalmes de rosca macho.

En los tubos de 110 y 90 cm. se realizan 10 agujeros de 12 mm. de diámetro, separados entre si 9,5 cm., en estos huecos soldamos los tubos de 90 cm. de long, soldamos los extremos que están al ras de la parrilla, a los extremos abiertos se sueldan los empalmes, el con rosca macho al de extremo del tubo de 90 cm. y el de rosca hembra al de 110 cm., se verifica que no haya fugas, así formamos la parrilla.

La parrilla se suelda a una plancha de cobre, tratando de obtener el mayor contacto posible, luego procedemos a pintar con una fina película de pintura negra mate.

Para colocar la parrilla dentro de la caja hay que realizar 2 agujeros de un diámetro un poco mayor a los 22 mm., ya que tienen que pasar envueltos con los tubos de espuma de poliuretano. Se introduce y se centra la parrilla.

7.7.4 Cubierta de Vidrio

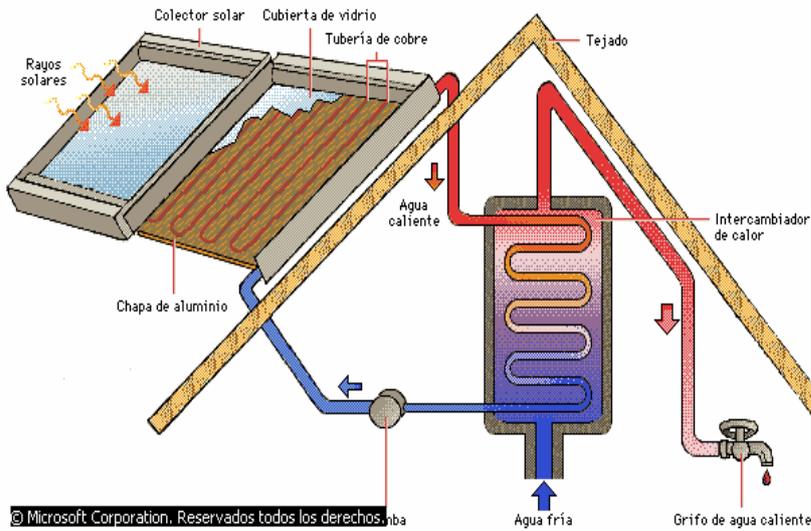
De preferencia vidrio templado de 4 a 5 mm. de espesor y de 95 x 95 cm.

Perfil de goma

Silicón

Se corta el perfil de goma en pedazos de 1 m., haciendo ángulos para que se puedan unir.

Cuadro3: Cuadro explicativo del diseño de un Sistema de Colector Solar Plano para el calentamiento de agua.



Fuente: medio ambiente / energía y ciencia

7.8 Sistema de Calefacción con la utilización de colectores solares planos, cuyo fluido calo portador es el aire.

Cálculo del volumen de aire requerido.

Medidas de la casa

Cuarto Padres	$3,8 * 2,65 = 10,07 * 2,35 \text{ h} = 23,66 \text{ m}^3 = 23.660 \text{ l}$
Cuarto Hijos	$7,0 * 2,20 = 15,4 * 2,35 \text{ h} = 36,19 \text{ m}^3 = 36.190 \text{ l}$
Sala	$2,90 * 2,80 = 8,12 * 2,35 \text{ h} = 19,08 \text{ m}^3 = 19.080 \text{ l}$
Cocina	$4,20 * 2,70 = 11,34 * 2,35 \text{ h} = 26,64 \text{ m}^3 = 26.640 \text{ l}$
Total	$105,57 \text{ m}^3 = 105.570 \text{ l}$

7.8.1 Diseño del equipo:Volumen de aire de la casa:

$$V = 105,57 \text{ m}^3 \quad 105.570 \text{ l.}$$

Cantidad de Calorías:

$$\begin{array}{rcl} 0,24 \text{ kcal.} & 1 \text{ kg. } ^\circ\text{C de aire} & \\ \text{X} & 105.570 \text{ kg. de aire} & \mathbf{R = 25.336,8 \text{ kcal.}} \end{array}$$

Necesidad de producción en kwh.:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ kwh.} & 860 \text{ kcal.} & \\ \text{X} & 25.336,8 \text{ kcal.} & \mathbf{R = 29,46 \text{ kwh.}} \end{array}$$

Factor de insolación: 12 h de sol

Rendimiento del colector: 80%

$$12 \text{ X } 80\% = \mathbf{9,6 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

$$\text{Energía Producida} = 9,6 \text{ X } 80\% = \mathbf{7,68 \text{ kwh./d/m}^2}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Producción:} & 7,68 \text{ kwh./d./m}^2 & 1 \text{ m}^2 \\ \text{Necesidades:} & 29,46 \text{ kwh.} & \text{X} = \mathbf{3,83 \text{ m}^2} \end{array}$$

$$3,83 \text{ X } 2/3 = \mathbf{2,55 \text{ m}^2} \text{ de colectores} \quad 2/3 \text{ (constante de ahorro)}$$

7.9 Sistema de Calefacción para los galpones utilizados para la crianza Cuyes**7.9.1 Galpón trasero**

$$3.30 * 7.75 = 25,57 \text{ m}^2 * 2,05 = \mathbf{52,41 \text{ m}^3} \quad \mathbf{52.410 \text{ l}}$$

Cantidad de Calorías:

$$\begin{array}{rcl}
 0,24 \text{ kcal.} & 1 \text{ kg. } ^\circ\text{C de aire} & \\
 \text{X} & 52.410 \text{ kg. de aire} & \mathbf{R = 12.578,4 \text{ kcal.}}
 \end{array}$$

Necesidad de producción en kwh.:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ kwh.} & 860 \text{ kcal.} & \\
 \text{X} & 12.578,4 \text{ kcal.} & \mathbf{R = 14,62 \text{ kwh.}}
 \end{array}$$

Factor de insolación: 12 h de sol

Rendimiento del colector: 80%

$$12 \times 80\% = \mathbf{9,6 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

$$\text{Energía Producida} = 9,6 \times 80\% = \mathbf{7,68 \text{ kwh./d/m.}^2}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Producción:} & 7,68 \text{ kwh./d./m.}^2 & 1 \text{ m.}^2 \\
 \text{Necesidades:} & 14,62 \text{ kwh.} & \text{X} = 1,90 \text{ m.}^2
 \end{array}$$

$$1,90 \times 2/3 = \mathbf{1,25 \text{ m.}^2} \text{ de colectores} \quad 2/3 \text{ (constante de ahorro)}$$

7.9.2 Galpón 3

$$6 * 3,30 = 19,8 \text{ m.}^2 * 2,5 = \mathbf{49,5 \text{ m.}^3} \quad \mathbf{49.500 \text{ l}}$$

Cantidad de Calorías:

$$\begin{array}{rcl}
 0,24 \text{ kcal.} & 1 \text{ kg. } ^\circ\text{C de aire} & \\
 \text{X} & 49.500 \text{ kg. de aire} & \mathbf{R = 11.880 \text{ kcal.}}
 \end{array}$$

Necesidad de producción en kwh.:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ kwh.} & & 860 \text{ kcal.} \\
 X & & 11.880 \text{ kcal.} \quad \mathbf{R = 13,81 \text{ kwh.}}
 \end{array}$$

Factor de insolación: 12 h de sol

Rendimiento del colector: 80%

$$12 \times 80\% = \mathbf{9,6 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

$$\text{Energía Producida} = 9,6 \times 80\% = \mathbf{7,68 \text{ kwh./d/m.}^2}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Producción:} & 7,68 \text{ kwh./d./m.}^2 & 1 \text{ m.}^2 \\
 \text{Necesidades:} & 13,8 \text{ kwh.} & X = 1,79 \text{ m.}^2
 \end{array}$$

$$1,79 \times 2/3 = \mathbf{1,19 \text{ m.}^2} \text{ de colectores} \quad 2/3 \text{ (constante de ahorro)}$$

7.9.3 Galpón 4

$$6 * 3,5 = 21 \text{ m.}^2 * 2,4 = \mathbf{50,4 \text{ m.}^3} = \mathbf{50.400 \text{ l}}$$

Cantidad de Calorías:

$$\begin{array}{rcl}
 0,24 \text{ kcal.} & & 1 \text{ kg. } ^\circ \text{C de aire} \\
 X & & 50.400 \text{ kg. de aire} \quad \mathbf{R = 12.096 \text{ kcal.}}
 \end{array}$$

Necesidad de producción en kwh.:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ kwh.} & & 860 \text{ kcal.} \\
 X & & 12.096 \text{ kcal.} \quad \mathbf{R = 14,06 \text{ kwh.}}
 \end{array}$$

Factor de insolación: 12 h de sol

Rendimiento del colector: 80%

$$12 \times 80\% = \mathbf{9,6 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

$$\text{Energía Producida} = 9,6 \times 80\% = \mathbf{7,68 \text{ kwh./d/m.}^2}$$

Producción:	7,68 kwh./d./m. ²	1 m. ²
Necesidades:	14,06 kwh.	X = 1,83 m. ²

$$1,83 \times 2/3 = \mathbf{1,21 \text{ m.}^2} \text{ de colectores} \quad 2/3 \text{ (constante de ahorro)}$$

7.9.4 Galpón 5

$$6,10 * 3,15 = 19,21 \text{ m.}^2 * 2,40 = \mathbf{46,11 \text{ m}^3} \quad \mathbf{46.110 \text{ l}}$$

Cantidad de Calorías:

0,24 kcal.	1 kg. °C de aire	
X	46.110 kg. de aire	R = 11.066 kcal.

Necesidad de producción en kwh.:

1 kwh.	860 kcal.	
X	11.066 kcal.	R = 12,86 kwh.

Factor de insolación: 12 h de sol

Rendimiento del colector: 80%

$$12 \times 80\% = \mathbf{9,6 \text{ kwh./d}} \text{ energía captada}$$

$$\text{Energía Producida} = 9,6 \times 80\% = \mathbf{7,68 \text{ kwh./d/m.}^2}$$

Producción:	7,68 kwh./d./m. ²	1 m. ²
Necesidades:	12,86 kwh.	X = 1,67 m. ²

$$1,67 \times 2/3 = \mathbf{1,11 \text{ m.}^2} \text{ de colectores} \quad 2/3 \text{ (constante de ahorro)}$$

CONCLUSIONES

- ◆ Al final de este trabajo se logró cumplir con los objetivos planteados, determinar el uso de energías alternativas en la granja.
- ◆ Con la utilización de los colectores solares planos, se logra cubrir prácticamente en su totalidad el consumo de agua caliente sanitaria de la casa.
- ◆ Las necesidades de calefacción de la casa, son cubiertas gracias a la utilización del sistema de serpentines bajo tierra, con la ayuda de una bomba de calor; esta es conectada al sistema de calefacción instalado en la vivienda, que posee suelo radiante y radiadores.
- ◆ La calefacción de las instalaciones e invernaderos es cubierta con el uso de colectores solares planos (a base de aire y agua) y a través del agua caliente producida por el radiador del motor utilizado para la generación de energía eléctrica.
- ◆ Se logra obtener agua caliente para el establo a través de la leche y con la ayuda de una bomba de calor.
- ◆ El sistema de calefacción para los cerdos es modificado, prescindimos de la energía eléctrica y aprovechamos del calor producido por el biodigestor y suelo radiante en las esquinas de los corrales de maternidad.
- ◆ Las necesidades de energía eléctrica se cubren con el aprovechamiento de los residuos de la granja, procesados a través de un biodigestor. El resto de energía producida puede ser transmitida a la red pública.
- ◆ No se pudo realizar el aprovechamiento de las heces humanas para el biodigestor, debido al costo que esto implicaba, ya que no era una obra prioritaria pues, estas van por el sistema de canalización.
- ◆ El bombeo de agua para el abastecimiento de la granja se cubre gracias a un aerogenerador (energía eólica.).
- ◆ Los costos de instalación del biodigestor resultan elevados en Alemania, debido al alto costo de la mano de obra, de los materiales para aislamiento y de la alta tecnología aplicada, ya que el funcionamiento es

totalmente automático, los costos de construcción varían entre 105 € y 135 € por metro cúbico.

- ◆ Al realizar la investigación bibliográfica, obtuve como dato, que el biogás producido tiene un poder calorífico de 6.000 Kcal., el poder calorífico obtenido en la práctica fue de 5.461 Kcal., es decir 6.35 Kwh.
- ◆ En Alemania se calcula, que un biodigestor puede generar una utilidad de 100 dólares por unidad animal al año.
- ◆ El tiempo de descomposición del estiércol en el biodigestor fue de 35 días, a temperaturas de 35 a 40° C; a mayor temperatura el proceso de descomposición es mayor.
- ◆ Los colectores solares resultan fáciles de construir caseramente, esto conllevaría a un ahorro del 50 % en la instalación.
- ◆ Se pueden construir molinos de viento a nivel artesanal, pero no se garantizaría totalmente su rendimiento.
- ◆ En Alemania, el Estado estimula la generación de energías renovables, a través de políticas especiales y subsidios.

RECOMENDACIONES

- ◆ Es preferible realizar la construcción de los equipos solares por cuenta propia, ya que así se abaratan los costos aproximadamente en un 50 a 60 %.
- ◆ Se recomienda comprar a una empresa especializada, el aeromotor y la bomba, para garantizar su eficacia.
- ◆ Para garantizar el buen funcionamiento del aeromotor, es recomendable realizar las mediciones de frecuencia, velocidad y dirección del viento en el lugar y a la altura que se instalará el equipo, a más de los datos que nos puedan proporcionar las estaciones meteorológicas.
- ◆ Se puede utilizar un motor de vehículo, sea este a diesel o gasolina, para la obtención de energía eléctrica, a través del biogás.
- ◆ Según experiencias recogidas de otros productores de biogás, al añadir el 10% de grasa al biodigestor, se eleva la producción del mismo en un 50 a 70 %.
- ◆ Al construir el biodigestor se recomienda colocar en la pared un sistema de tubería, por la cual se hace circular agua caliente, producida por el radiador del motor utilizado para la producción de energía eléctrica, con esto se mantiene una temperatura estable dentro del biodigestor, facilitando así la acción de las bacterias anaeróbicas y por ende la producción de gas.
- ◆ Para lograr un mejor aprovechamiento de la energía en las instalaciones de la granja, se recomienda mejorar el aislamiento de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:**

BOLETÍN iie septiembre – octubre 1.999

COLOGNE BUSINESS SCHOOL - International campus Deutschland
Bachelorarbeit

FERNÁNDEZ José María Salgado (Especialista en energías renovables).

Guía Completa de la Energía Solar
Adaptada al Código Técnico de la Edificación (CTE)
Editado por A. Madrid Vicente

GALLOWAY, T.
Casa solar, La Guía de Diseño, Construcción y Mantenimiento
Editado por A. Madrid Vicente, ediciones – 2006

HASTINGS Robert, Christian Hanus
Bauen mit Solarenergie
Vdf Hochschulverlag AG

MANUAL CUSSONS TECHNOLOGY 2006

MANUALES DE ENERGÍA SOLAR Y AGROENERGÉTICA CCC San Sebastián
España.

MANUAL PARA EL DISEÑO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE

MEYER-DELPHO Florian, Betriebswirtschaftlicher Nutzen der Solarenergie in
Entwicklungs- und Wachstumsmärkten unter Berücksichtigung von
entwicklungsökonomischen Aspekten

SÁNCHEZ FRANCO Martín. Nuevo Manual de Instalaciones Eléctricas, Editado por
A. Madrid Vicente, Ediciones.

SCHUTZ Alexander, Einsatz der Solarenergie zur dezentralen Stroversorgung
Editorial AWP – octubre 2006

SUQUET, Pereda P.
Editado por Fundación Cultural COAM 2006

TANQUES SÉPTICOS. Editorial Reverte, S.A, Public Health Service. P No. 526

ZENTRUM Eba-, Entwicklungs- Beratungs – und Anwendungszentrum für die verstärkte Nutzung von Biomase.

Boletín 21- junio 2006

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

Aislamientos, <http://www.isover.net>, consulta febrero 2006

APROTEC empresa especializada en el Desarrollo de Proyectos para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y la Aplicación de Tecnologías Apropriadas, Energía Solar y Eólica, <http://www.aprotec.com.co>, consulta febrero 2006

Biogás, <http://www.electrigaz.com>, consulta mayo 2006

Biodigestor, <http://www.eco-gel.com>, consulta mayo 2006

Biodigestor, <http://arandu.org.ar>, consulta junio 2006

Biodigestor, www.tierramor.org, consulta junio 2006

Biodigestor, Molinos de Viento, <http://es.geocities.com/>, consulta junio 2006

Biomasa, <http://www.monografias.com>, consulta mayo 2006

Biomasa, <http://es.wikipedia.org/wiki/Biomasa>, consulta junio 2006

Boletín Energía, <http://www.energia.gob.mx>, consulta febrero 2006

Bomba de Calor, www.ivt.se, consulta junio 2006

Climatización, Bomba de Calor, <http://www.elaireacondicionado.com.ar>, consulta marzo 2006

Empresa dedicada a la Protección Medio Ambiental, www.ava-augsburg.de, consulta marzo 2006

Energías Alternativas, Solar, Eólica y Biomasa, <http://www.educa.madrid.org/>, consulta febrero 2006

Energías Alternativas, <http://www.cienciateca.com>, consulta febrero 2006

Energías Alternativas, Bomba de Calor, Suelo Radiante, etc., <http://www.solislima.com>, consulta junio 2006

Energía Eólica, <http://www.aprotec.com.co>, consulta enero 2006

Energía Eólica, <http://www.aermotorwindmills.com>, consulta febrero 2006

Energía Eólica, <http://www.industriasjober.com>, consulta julio 2006

Energía Fotovoltaica, www.hoermann-energie.de, consulta febrero 2006

Energías Renovables en México, <http://www.re.sandia.gov>, consulta junio 2006

Energía Solar, <http://www.cubasolar.cu>, consulta marzo 2006

Energía Solar, <http://es.wikipedia.org>, consulta, enero 2006

Energía Solar y Biomasa, <http://www.infinitepower.org>, consulta febrero 2006

Energía Solar, Eólica y Biomasa, <http://waste.ideal.es/solar>, consulta mayo 2006

Instituto de Tecnología Agropecuaria, <http://www.inta.gov.ar>, consulta abril 2006

Medio Ambiente, <http://www.consumer.es>, consulta febrero 2006

Molinos de Viento, <http://www.garzamotor.com>, consulta mayo 2006

Molinos de Viento, <http://lacasadelalambre.com.ar/catalogo>, consulta marzo 2006

Molinos de Viento, <http://www.montemayorproducts.com>, consulta mayo 2006

Molinos de Viento, <http://www.tarrago.es>, consulta febrero 2006

Molinos de Viento, Paneles Solares, <http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/>,
consulta febrero 2006

Molinos de viento, <http://www.windmillpower.com>, consulta junio 2006

Revista La Era Agrícola, # 19, Biodigestor, <http://www.eraecologica.org>, consulta
junio 2006

Tecnología Medioambiental, Técnica Solar, <http://www1.conrad.de/>, consulta febrero
2006

ANEXOS**Anexo 1**

En el siguiente cuadro podemos observar numéricamente cuales son las necesidades energéticas, así como la cantidad de energía que se producirá en la granja.

Necesidades de la granja

Consumo total de agua	8.033 l. / día	8 m. ³ / día
Consumo de energía para enfriar la leche	8.064 Kcal = 9,37 kwh. /d	
Consumo total de energía	27,80 kwh./d	743,92 kwh./mes
Necesidad de energía invernadero	294,18 kwh./d	
Necesidad de energía calefacción	66,97 kwh./d	
Necesidad de energía para calentar el agua	16,04 kwh./d	
Total de energía necesaria	404,99 kwh./d	

Producción de la granja

Capacidad de bombeo de agua	8.900 l	1.780 l/ hora
Energía producida para enfriar la leche	8.060 kcal.= 9,37 kwh./ d	
Energía producida por el biodigestor	461,38 kwh./d	
Energía producida para el invernadero	294,72 kwh./d	
Energía producida para calefacción	45,29 kwh./d	
Energía producida para calentar el agua	10.69 kwh./d	
Total de energía producida	812,08 kwh./d	
Energía sobrante por día	407.09 kwh./ d	