

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

Abastecimiento de la Residencia de Estudiantes
de *Vilnius Technology And Design College*
Mediante Varias Energías Renovables

Alumna: Ane Eunáte Iturrizar Manero

Director: Víctor De La Peña Aranguren

Curso: 2019-2020

Fecha: Bilbao, 2 de septiembre de 2019

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	7
2. ANTECEDENTES.....	8
2.1 CONTEXTO ENERGÉTICO.....	8
2.2 DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO	9
2.3 DATOS DE CONSUMO.....	11
3. OBJETIVOS	12
4. ENERGÍAS ALTERNATIVAS	13
4.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA.....	13
4.1.1 BIOMASA	13
4.1.2 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	14
4.1.3 GEOTERMIA	16
4.2 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	18
4.2.1 ENERGÍA EÓLICA	18
4.2.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	20
5. ALTERNATIVAS SELECCIONADAS	22
6. DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTAS.....	24
6.1 CALDERA DE BIOMASA	24
6.2 AEROGENERADOR.....	26
6.3 PLACAS FOTOVOLTAICAS	27
7. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS	31
7.1 INSTALACIÓN BIOMASA	31
7.2 INSTALACIÓN EÓLICA.....	33
7.3 INSTALACION FOTOVOLTAICA	36
8. ESTUDIO ECONÓMICO.....	39
8.1 INVERSIONES	39

8.2 COSTES ACTUALES DE LA ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA.....	40
8.3 ANALISIS DE LA RENTABILIDAD.....	40
9. CRONOGRAMA.....	42
10. CONCLUSIONES	44
11. BIBLIOGRAFIA	45
12. ANEXOS.....	47
ANEXO A. PLANOS DE LA RESIDENCIA.....	47
ANEXO A.1. PLANO DEL EXTERIOR DE LA RESIDENCIA	47
ANEXO A.2. PLANO DE LA SEGUNDA PLANTA DE LA RESIDENCIA.....	48
ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	49
ANEXO B.1. FIREMATIC	49
ANEXO B.2. AEROGENERADOR E200.....	54
ANEXO B.3. PLACAS FOTOVOLTAICAS A-265P.....	56
ANEXO C. CRONOGRAMA.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Exterior de la Residencia.	9
Ilustración 2: Habitación Doble de la Residencia.....	10
Ilustración 3: Pasillo Principal de la Residencia.....	10
Ilustración 4: Cocina Común de la Residencia.	10
Ilustración 5: Elementos de una Instalación General de Biomasa.	13
Ilustración 6: Esquema General de una Instalación Solar Térmica.	15
Ilustración 7: Funcionamiento General de una Instalación Geotérmica.....	17
Ilustración 8: Aerogenerador de Eje Horizontal y Vertical.	18
Ilustración 9: Elementos Principales de un Aerogenerador.....	19
Ilustración 10: Esquema de una Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo.	21
Ilustración 11: Panel Fotovoltaico.....	21
Ilustración 12: Mapa de la Irradiación Solar en Lituania.	22
Ilustración 13: Mapa Solar de España.....	23
Ilustración 14: Mapa de Vientos de Lituania.....	23
Ilustración 15: Caldera de Biomasa Firematic.....	24
Ilustración 16: Depósito de Inercia.	25
Ilustración 17: Sistema de Extracción de Cenizas a un Contenedor Externo de 240 litros.	25
Ilustración 18: Esquema de la Entrada del Camión del Combustible.	26
Ilustración 19: Aerogenerador E200.....	26
Ilustración 20: Ubicación del Aerogenerador.....	27
Ilustración 21: Ubicación Placas Fotovoltaicas.	27
Ilustración 22: Curva IV.....	28
Ilustración 23: Curva IV dependiendo de la Irradiación.	28
Ilustración 24: Curva IV dependiendo de la Temperatura.	29
Ilustración 25: Panel Fotovoltaico A-265W.....	30
Ilustración 26: Sala de Calderas y Almacén de las Astillas al mismo nivel.	32
Ilustración 27: Dimensiones y Datos técnicos de la Caldera de Biomasa.	32
Ilustración 28: Dimensiones del Aerogenerador.....	33
Ilustración 29: Rosa de los Vientos de Vilnius.....	34
Ilustración 30: Potencia del Aerogenerador E200.	34
Ilustración 31: Energía del Aerogenerador E200.....	35
Ilustración 32: Horas de sol en Lituania (Fuente: Lietuvos Energetikos Institutas).	37

Ilustración 33: Cronograma del Proyecto.....43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen del Consumo de Energía Térmica de la Residencia. 12

Tabla 2: Resumen de las Placas Fotovoltaicas.38

Tabla 3: Resumen de la Inversión inicial Biomasa.39

Tabla 4: Resumen Inversión inicial Aerogenerador.....39

Tabla 5: Resumen de la Inversión inicial de las Placas Fotovoltaicas40

Tabla 6: Ahorro Neto de la Instalación de Biomasa.41

Tabla 7: Ahorro Neto de la Instalación Eólica y Fotovoltaica.41

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo realizar un estudio sobre la sustitución del actual sistema eléctrico y térmico de la residencia universitaria de *Vilnius Technologies and Design College* por una instalación de varias energías renovables.

Los antecedentes del edificio y la situación energética del país, así como los cálculos necesarios determinarán los equipos idóneos que conformarán la nueva instalación. Además del abastecimiento energético, este proyecto contribuye a promover el uso de energías renovables en Lituania.

LABURPENA

Proiektu honen helburua *Vilnius Technologies and Design College*-n ikasle egoitzaren sistema elektriko eta termikoa zenbait energia berriztagarritzat osatutako instalazio batez ordezkatzeta da.

Eraikinaren aurrekariak, herrialdearen egoera energetikoa eta beharrezko kalkuluek instalazio berrirako ekipo egokiak zehaztuko dituzte. Energia-hornikuntzaz gain, proiektu honek energia berriztagarrien erabilpena sustatzen du Lituanian.

ABSTRACT

The aim of this project is to carry out a study on the replacement of the current electrical and thermal system of the student residence of *Vilnius Technologies and Design College* by an installation of several renewable energies.

The background of the building and the energetic situation in Lithuania, in addition to the necessary calculations, are going to determine the most appropriate units that are going to conform the new installation. Additionally, this paper contributes to promote the use of renewable energies in Lithuania.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales retos a los que se enfrentan los países hoy en día, es la reducción de las emisiones de gases que provocan el cambio climático. El uso de las energías fósiles como fuente de energía principal es el mayor causante de la contaminación de nuestro planeta. Por lo tanto, el desarrollo de las energías renovables es necesario para conseguir un sistema energético sostenible.

Teniendo en cuenta tal necesidad de apostar por un cambio hacia las energías limpias, la finalidad de este trabajo es la implantación de varios sistemas renovables en la residencia de estudiantes de la Universidad *Vilniaus Technologijų ir Dizaino Kolegija (VTDK)* situada en Vilnius, Lituania. Se abastecerá la energía térmica y eléctrica del edificio mediante estos sistemas, sustituyendo de ese modo las energías fósiles.

Para empezar, se analizará el contexto energético actual, las características del edificio y su demanda energética.

A continuación, se explicarán las diferentes energías de origen renovable que podrían instalarse en un edificio, escogiendo posteriormente las más adecuadas según sus características, la climatología del lugar y otros factores adicionales que influyen en el complejo residencial.

Una vez seleccionadas las energías alternativas, se procederá a la descripción de las plantas que abastecerán la residencia, así como el dimensionamiento de los equipos que conformarán cada planta.

Además, se realizará un estudio económico para analizar el ahorro que supone la nueva instalación renovable y calcular la amortización de la inversión inicial. Se añadirá un cronograma para indicar los hitos de todo el proceso desde la ingeniería básica hasta la puesta en marcha de los equipos, indicando el tiempo que conllevará cada uno de ellos.

Por último, se explicarán las conclusiones más importantes que se han alcanzado en este trabajo.

2. ANTECEDENTES

2.1 CONTEXTO ENERGÉTICO

El desarrollo de las energías renovables es la herramienta imprescindible para hacer frente al cambio climático. Al contrario de las energías fósiles, no producen emisiones de gases de efecto invernadero, son inagotables y reducen la dependencia energética ya que podemos sacar provecho de ellas en cualquier parte del planeta. Además, son crecientemente competitivas, ya que sus costes con el tiempo se han ido reduciendo (Acciona, 2019).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) con el objetivo de conseguir un planeta más sostenible, ha impulsado las negociaciones internacionales habiendo hoy en día 197 países colaborando en la lucha contra el cambio climático. Uno de los instrumentos internacionales más importantes dedicados a esta causa es el Protocolo de Kioto, que tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible. Para ello, los países que colaboran en el acuerdo están obligados jurídicamente a cumplir unas metas de reducción de emisiones de los gases contaminantes. Algunas de las medidas más destacadas del protocolo son el fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes, la protección y mejora de los sumideros que eliminan los gases, el comercio de derecho de emisión entre los países colaboradores o la investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía (Naciones Unidas, 1998).

En 2020, se celebrará una nueva Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Clima, donde se convocará a los Estados Miembro y los compromisos climáticos serán renovados y podrán ser incrementados (Naciones Unidas, 2019).

La intención de la UE es lograr que para el 2020 el 20 % de su consumo final bruto de energía proceda de fuentes renovables. Este objetivo se distribuye entre los Estados miembros de la UE con planes nacionales de acción diseñados para establecer una hoja de ruta para el desarrollo de las energías renovables en cada uno de los Estados Miembros (Eurostat, 2019). En cuanto a Lituania se refiere, en 2012 ya superó dicho objetivo, y según los últimos datos de Eurostat, hoy en día el 25,84% del consumo final bruto de energía es de origen renovable (Eurostat, 2017).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO

El complejo a analizar es la residencia de estudiantes de la universidad *Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija* (VTDK) situada al noroeste de Vilnius, capital de Lituania.

El edificio fue inaugurado en 1954, época en la que Lituania aun pertenecía a la Unión Soviética. Es un bloque de viviendas de hormigón con una estética parecida a muchos otros edificios de la ciudad. Son bloques funcionales, austeros, con una apariencia áspera y con geometrías repetitivas. A pesar de haber renovado la fachada con posterioridad a su construcción, se sigue apreciando lo que en aquella época se llamó arquitectura brutalista, es decir, la arquitectura que expresa los materiales en bruto y caracterizada por el uso de geometrías angulares repetitivas. Respecto al interior, se caracteriza por mantener la misma estética austera.



Ilustración 1: Exterior de la Residencia.

La residencia consta de cuatro plantas: en la primera se encuentran la recepción, el cuarto de las lavadoras y un par de despachos de los responsables del edificio. En cada una de las siguientes plantas hay 20 habitaciones, cocinas y baños comunes. De las 20 habitaciones 18 son dobles y 2 son triples.



Ilustración 2: Habitación Doble de la Residencia.

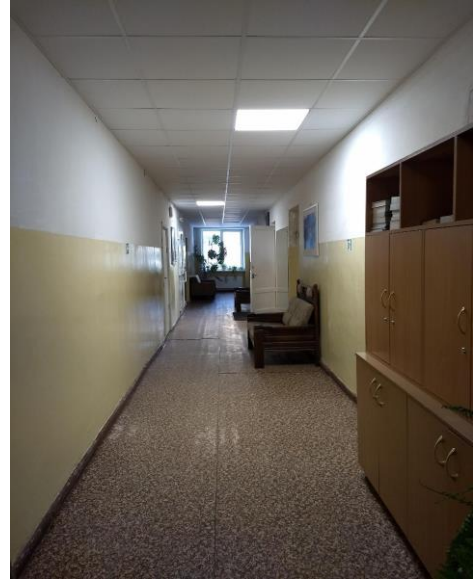


Ilustración 3: Pasillo Principal de la Residencia.

Algunas de ellas disponen de cocina y baño privados, y las restantes disponen de las cocinas y baños comunes situados en los pasillos.



Ilustración 4: Cocina Común de la Residencia.

El interior del edificio es un tanto descuidado y la decoración es antigua y escasa., y los muebles y los electrodomésticos de la cocina son de baja calidad.

2.3 DATOS DE CONSUMO

La residencia de estudiantes a abastecer consume energía eléctrica y térmica.

En lo que a la electricidad se refiere, el consumo anual es de 80.000 KWh por año; y respecto a la energía térmica, el edificio consta de dos calderas: una para el Agua Caliente Sanitaria (ACS) y otra para la calefacción, las cuales se abastecen de gasoil. Para la determinación del consumo térmico, se deben tener en cuenta las dos calderas.

La caldera perteneciente al sistema del ACS trabaja tanto en invierno como en verano, pero la de la calefacción trabaja solamente 6 meses al año, los meses que se enciende la calefacción.

El consumo de ACS en este complejo residencial es de 60 litros por persona y día. Teniendo en cuenta que la residencia esta completa todos los meses del año, y que el salto de temperatura máximo es de 25°C, calculamos la demanda energética de ACS por persona:

$$\dot{W}_{ACS} = 60 \times 365 \times \Delta T \times 4,18 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} = 2.288.550 \text{ KJ/año}$$

Considerando que 1 kWh son 3600 kW/s,

$$\dot{W}_{ACS} = 636 \text{ kWh/persona}$$

Cada planta del edificio consta de 20 habitaciones, de las cuales 18 son dobles y 2 triples, por lo que el número de personas viviendo en la residencia es de 126; entonces, la energía total consumida en ACS aproximadamente es la siguiente:

$$\dot{W}_{ACS} = 80.136 \text{ kWh/año}$$

Para determinar la potencia que debe tener la caldera que suministra el calor necesario para producir ACS debemos realizar una serie de estimaciones:

- 1) El consumo de la mayor parte del ACS se produce simultáneamente durante un tiempo muy corto y en unas horas puntuales del día (principalmente duchas).
- 2) El otro consumo importante de ACS es el correspondiente a usos comunes (lavado de ropa y limpieza de habitaciones y aseos).
- 3) Para reducir la potencia de la caldera vamos a instalar un depósito de acumulación de agua caliente de 7.000 litros a 50°C (siendo la temperatura de entrada de 15°C) que actuará de “pulmón” contra el que trabajará el consumo de energía térmica para ACS.

Por lo tanto, si el momento máximo es de 30 litros por persona y día, la estimación de la potencia de la caldera basada en el mínimo en una caldera estándar es:

$$\dot{W}_{ACS} = 100 \text{ kW}$$

El consumo de calefacción en el complejo residencial es de 6 meses al año, es decir, 4.320 horas al año. Teniendo en cuenta las 60 habitaciones, 3 cocinas y 3 baños compartidos y las 4 salas de la planta baja y la potencia de los radiadores,

$$\dot{W}_{cal} = 76 \text{ habitaciones} \times 1,2 \text{ kW} \times 4.320 \text{ horas} \simeq 400.000 \text{ kWh}$$

El consumo de la energía térmica para la calefacción es de aproximadamente 400.000 kWh/año (6 meses).

En conclusión, disponemos de dos calderas de gasoil de 100 kW cada una y la demanda de energía térmica (calefacción y ACS) es de 480.136 kWh al año.

	POTENCIA (kW)	ENERGÍA (kWh)
CALEFACCIÓN	100	400.000
ACS	100	80.136
TOTAL	200	480.136

Tabla 1: Resumen del Consumo de Energía Térmica de la Residencia.

3. OBJETIVOS

Este trabajo tiene dos objetivos principales:

- 1) Abastecer el complejo residencial sustituyendo las calderas de gasoil por diferentes energías renovables que se estudiarán a continuación.
- 2) Reducir los costes energéticos.

4. ENERGÍAS ALTERNATIVAS

4.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA

4.1.1 BIOMASA

La biomasa es toda aquella materia orgánica que se puede utilizar para la explotación energética. Según la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588, biomasa es “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”. Se clasifica en los siguientes grupos:

1. Biomasa natural: Procedente de las tierras no cultivadas, como, por ejemplo, los bosques.
2. Biomasa residual: Procedente de las explotaciones agrícolas, forestales, ganaderas-alimentarias, o de residuos orgánicos generados en las áreas urbanas.
3. Cultivos energéticos: Tienen como finalidad la producción de biomasa transformable en combustible.

En los edificios, las instalaciones térmicas de biomasa se utilizan para abastecer las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria.

Los combustibles generalmente utilizados son: pellets, astillas, madera y residuos agrícolas como huesos de aceitunas, cascara de frutos secos, etcétera. Estos combustibles se almacenan en depósitos que pueden situarse tanto en el interior del como en el exterior del edificio.

El sistema de calefacción y ACS consta, en general, de los siguientes elementos:

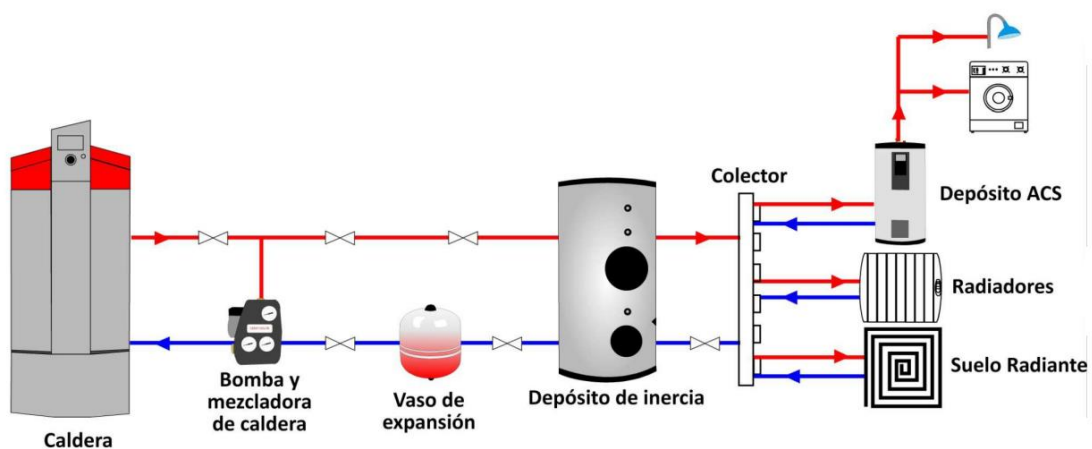


Ilustración 5: Elementos de una Instalación General de Biomasa.

Entre ellos, se destacan la caldera, que debe ser de carácter modular para que pueda trabajar parcialmente, ya que, si no lo fuera, las continuas detenciones y puestas en marcha de la caldera supondrían un descenso de su rendimiento y una reducción de su vida útil; el vaso de expansión, encargado de proteger la instalación absorbiendo el aumento del volumen de agua causado por el incremento de la temperatura; y el depósito de inercia, cuya función es introducir inercia al sistema para disminuir la cantidad de paradas y arranques de la caldera.

La obtención de energía mediante biomasa aporta muchas ventajas socio-económicas y medioambientales.

Por una parte, la biomasa ayuda a la conservación del medioambiente, ya que las emisiones a la atmosfera son más pequeñas que las que las de los combustibles sólidos y sus cantidades de azufre, nitrógeno y cloro son más pequeñas. La mayor ventaja de la biomasa es el balance neutro del CO_2 : las plantas absorben el CO_2 al crecer y al quemarse lo emiten, cerrando de ese modo el ciclo del carbono. Mediante la utilización de la biomasa para la explotación energética conseguimos que un residuo se convierta en un recurso; por ejemplo, gestionando residuos de la limpieza de los bosques se minimiza el riesgo de incendios, enfermedades y plagas, y a su vez se valorizan los residuos. Por último, la biomasa supone una explotación socio-económica en el mundo rural, ya que además del desarrollo de nuevas actividades, su utilización supone la creación de nuevos puestos de trabajo y una fuente de ingresos para el sector.

La biomasa también tiene sus desventajas. La necesidad de espacio para el combustible y la escasa accesibilidad para el suministro, o las emisiones de NO_x y de SO_2 de los biocombustibles líquidos que producen lluvia acida son algunas de ellas. Además, las partículas vertidas de la biomasa son mayores que las del gas natural y la mala utilización de la biomasa puede contribuir a la deforestación y a la destrucción de hábitats naturales (Escuela de Ingeniería de Bilbao [EIB], 2018).

4.1.2 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Se denomina energía solar térmica a la transformación de la radiación solar en calor. El calor generado se aprovecha para la producción de agua caliente destinada al consumo doméstico, como, por ejemplo, el agua caliente sanitaria o la calefacción, aplicaciones en la industria, o climatización de piscinas.

Una instalación solar térmica, en general, consta de los siguientes elementos:

- El sistema de captación, cuya función es transformar la radiación solar en calor y transferirlo al fluido caloportador.
- El sistema de intercambio en el que el fluido caloportador cede el calor al agua.
- El sistema de acumulación cuya función es almacenar el agua caliente para su posterior utilización.
- El sistema auxiliar para completar el aporte solar cuando no se puede satisfacer la demanda.
- El circuito hidráulico: tuberías, válvulas, purgadores, bombas, vasos de expansión y otros accesorios, encargados de conectar todos los elementos para transportar el agua caliente hasta los puntos de consumo.
- El sistema de control, encargado de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación.

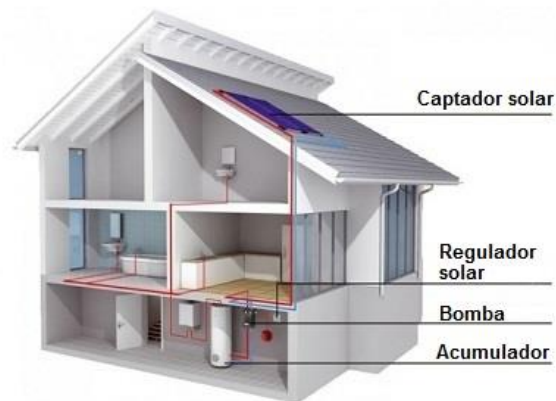
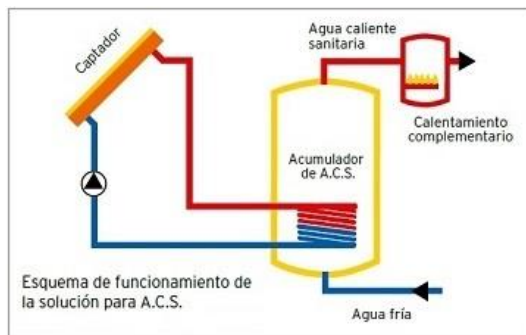


Ilustración 6: Esquema General de una Instalación Solar Térmica.

Actualmente, la capacidad o potencia de energía solar instalada en el mundo supera a la de otra renovables con altos índices de desarrollo, como es el caso de la eólica. La mayoría de captadores solares instalados en el mundo se utilizan en viviendas unifamiliares para la producción de agua caliente sanitaria (Rufes Martínez, P., 2010).

En cuanto a las ventajas e inconvenientes de la energía solar térmica se podría decir lo siguiente:

Es una energía limpia, renovable e inagotable que podríamos aprovecharla en cualquier parte del mundo. El mantenimiento de la instalación es sencillo y barato y no supone dependencia alguna de las compañías suministradoras.

Respecto a las desventajas, destacan la inversión económica inicial que supone una nueva instalación, la necesidad de proteger los depósitos de agua caliente contra la legionela, el impacto visual negativo, y, por último, el hecho de que la producción de agua caliente depende de las condiciones climatológicas (ECA, Instituto de Tecnología y Formación, Méndez Muñiz, J.M. y Cuervo García, R., 2011).

4.1.3 GEOTERMIA

La energía geotérmica es la energía térmica acumulada en la tierra. Se encuentra en volcanes, aguas termales, fumarolas y geiseres. Para aprovechar los recursos geotérmicos se transportan a la superficie mediante fluidos caloportadores. Se realizan sondeos para sacar esos recursos a la superficie.

La geotermia se clasifica en tres grupos:

1. Geotermia de alta temperatura: La temperatura es mayor a 150° y su aplicación es la generación de electricidad.
2. Geotermia de temperatura intermedia: La temperatura esta entre 100 y 150°C. Se utiliza en la industria, servicios y edificios para calefacción o refrigeración.
3. Geotermia de baja temperatura: la temperatura es menor a 25°C. Se utiliza para la climatización de edificios y ACS.

Los elementos principales de una instalación geotérmica de baja temperatura son el sistema de captación, la bomba de calor y el sistema de emisión.

En los países con alta radiación solar, la temperatura de la tierra a 5 metros de profundidad es de unos 15°C y esa temperatura se mantiene constante a pesar de la variación de las condiciones climatológicas. Por lo tanto, en invierno, mediante el captador y la bomba de calor se transfiere la energía térmica de un fluido de 15°C a un fluido de 50°C, consumiendo electricidad. Esa energía se puede utilizar para la calefacción o para el ACS.

En verano, sin embargo, el fluido absorbe la energía de la casa transfiriéndola a la tierra y de ese modo enfriando la casa. Con ese calor, se podría, por ejemplo, calentar una piscina.

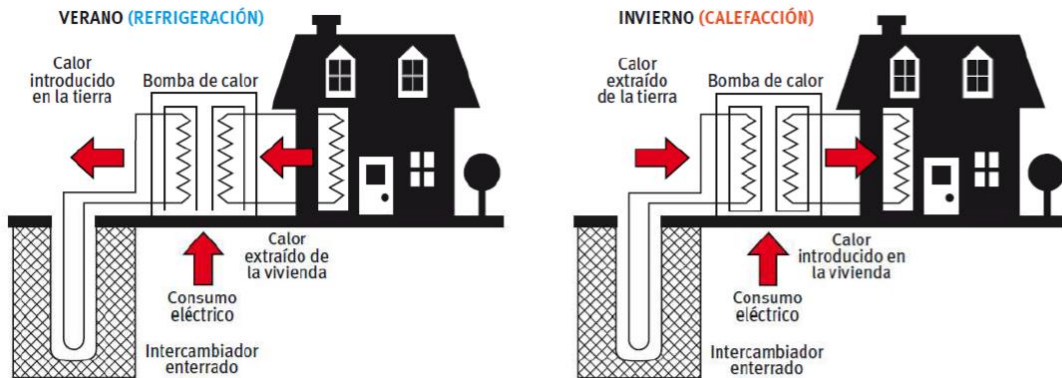


Ilustración 7: Funcionamiento General de una Instalación Geotérmica.

En cuanto al sistema de emisión, la geotermia puede integrarse con todas las instalaciones de calefacción: radiadores de baja potencia, suelo radiante o climatización tipo split o fan coil. Estos últimos son principalmente equipos de agua-aire formados por un intercambiador de calor y un ventilador. Son elementos muy compactos, lo que les permite ser una alternativa muy utilizada en complejos de grandes dimensiones como residencias, centros comerciales, etcétera. (EIB, 2018).

Las ventajas de la geotermia son las siguientes:

- Disminuye la dependencia energética de los combustibles fósiles y otros recursos no renovables.
- El mantenimiento es escaso, por lo que sus costes son mínimos frente a los sistemas tradicionales.
- Funciona continuamente independientemente de las condiciones climatológicas.
- Ofrece calefacción, refrigeración y ACS en un solo sistema.
- Las plantas geotérmicas no necesitan un área tan grande como las presas hidráulicas o los bosques para la biomasa.
- No emite ruido ni tiene un impacto visual negativo.

Por otro lado, los principales inconvenientes de la geotermia en comparación con otros sistemas son:

- La inversión inicial que requiere es elevada.
- Es una energía limitada ya que no todos los tipos de suelo sirven para captarla, con lo que dependerá de las características de cada suelo.

- No se puede transportar como energía primaria, solo a través de intercambiadores de calor y un fluido caloportador (Inarquia, 2019)

4.2 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.2.1 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es la procedente de la energía cinética del viento. Los dispositivos llamados aerogeneradores son los encargados de captar esa energía mediante sus palas y transmitirla (energía mecánica) al motor de un alternador que generará energía eléctrica.

Si el objeto de suministro de energía eléctrica es la red de distribución, se agrupa más de un generador formando parques eólicos. En cambio, si el objetivo es suministrar puntos de consumo aislados como, por ejemplo, una vivienda, oficina, o industria, se utilizan aerogeneradores de menor tamaño y potencia. Si la potencia del generador es menor que 100kW, el tipo de energía eólica es denominado energía mini eólica. (Cárdenas Calle, M. G., 2019).

Los aerogeneradores generalmente pueden ser de dos tipos: de eje horizontal o de eje vertical. Los aerogeneradores de eje horizontal son más comunes, ya que su rendimiento es mayor. Los ejes verticales, además, no se ponen en marcha por sí mismos, tienen dificultades para el aprovechamiento del viento a bastante altura y los costes de producción son más elevados. En cambio, cabe destacar que el sistema eléctrico y los controles están en la base, además, su posición no depende de la orientación del viento y soportan mejor las vibraciones.



Ilustración 8: Aerogenerador de Eje Horizontal y Vertical.

Los principales elementos de un aerogenerador son los siguientes:

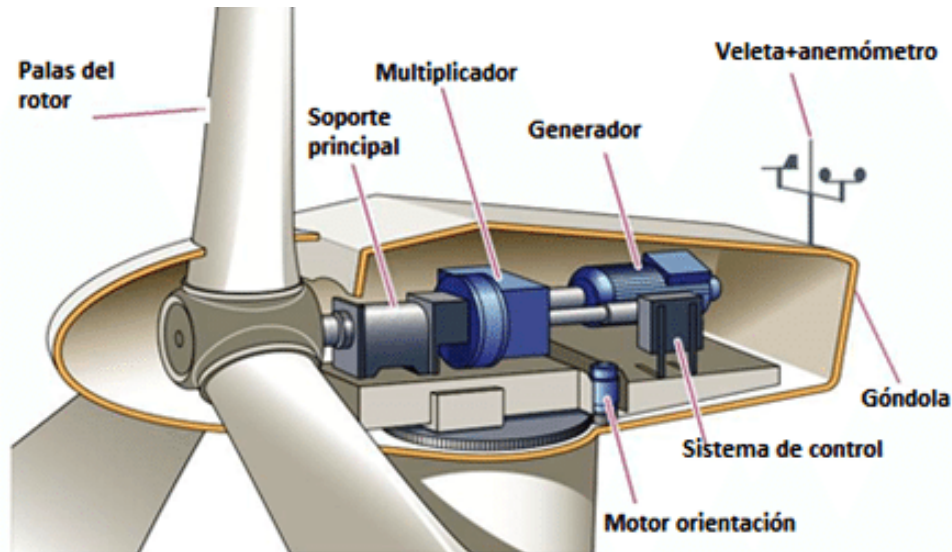


Ilustración 9: Elementos Principales de un Aerogenerador.

Las palas son las encargadas de captar la energía cinética del viento, la cual se transmite al rotor y éste la transforma en energía mecánica haciendo girar el eje que conecta los elementos posteriores. El movimiento del eje se transmite al generador, el que convertirá dicha energía mecánica en energía eléctrica.

El elemento que soporta tanto el rotor como la góndola es la torre. Cuanto más alta es, mayor captación de energía se obtendrá. La góndola conecta la torre con el rotor donde se instalan los alabes y lleva en su interior la caja multiplicadora, el generador, los sistemas de medición, control, frenado y regulación. El multiplicador permite que el eje de alta velocidad gire más rápido que el de baja velocidad.

La mini eólica, a pesar de ser una tecnología menos desarrollada que la eólica a gran escala, su instalación supone las siguientes ventajas: puede suministrar electricidad en lugares aislados y alejados de la red eléctrica, causando por otra parte menos impacto visual que los aerogeneradores grandes. Genera energía junto a los puntos de consumo, por lo que reduce la necesidad de transporte y es accesible a muchos usuarios ya que su instalación es sencilla sin apenas necesidad de obra civil, además de ser una energía limpia e inagotable (Equipo INIECO, 2011).

En cuanto a sus desventajas se centran básicamente en las características del viento. Este recurso está continuamente en circulación, pero su dirección y velocidad cambia continuamente por la

influencia de las estaciones del año, los océanos, continentes etcétera. La velocidad del viento es uno de los factores más importantes, ha de soplar con regularidad y la velocidad del viento debe tener un elevado valor medio; por tanto, es necesario disponer de una información meteorológica detallada sobre la estructura y distribución de los vientos que podemos conseguir mediante mapas eólicos, distribuciones y perfiles de velocidad. (Escudero López, J.M., 2008).

4.2.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que genera corriente continua por medio de semiconductores cuando estos son iluminados por un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia eléctrica. Cuando la luz se extingue, en cambio, la electricidad desaparece.

En lo que a las bases físicas de la conversión fotovoltaica se refiere, las células solares están hechas de materiales semiconductores, que poseen electrones ocupando una banda de energía denominada “banda de valencia”. Cuando se aplica cierta cantidad de energía a uno de esos electrones, el enlace se rompe y el electrón pasa a una nueva banda de energía llamada “banda de conducción”.

Estos electrones son llevados a un circuito externo y realizan un trabajo útil, perdiendo la energía recibida y regresando a la banda de valencia inicial. El flujo de electrones en el circuito exterior se llama corriente de la célula y el producto de esta corriente por el voltaje con el que se liberan los electrones determina la potencia generada.

En las aplicaciones fotovoltaicas, las células solares se interconectan y encapsulan en elementos llamados módulos fotovoltaicos, que es el producto final vendido al usuario.

El resto del sistema formado por elementos adicionales para construir un sistema fotovoltaico se llama BOS (Balance Of System), del cual forman parte, entre otros, un inversor para transformar la corriente continua generada en corriente alterna, baterías recargables en caso de que se necesite almacenamiento o las estructuras sobre las que se montan y orientan los módulos.

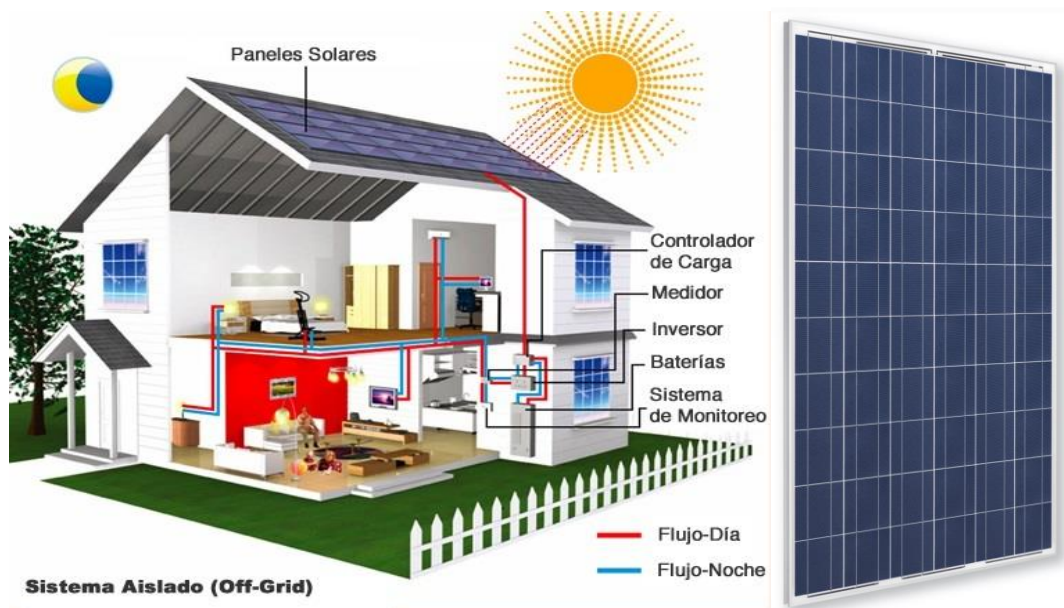


Ilustración 10: Esquema de una Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo. Ilustración 11: Panel Fotovoltaico.

La energía solar fotovoltaica presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

Por un lado, es un tipo de energía limpia, renovable e inagotable, ya que procede del sol, con lo que está disponible en cualquier lugar del mundo. Esta retribuida económicamente en el caso de la producción para la venta a red y en el caso de autoconsumo contribuye a la reducción de la factura de la luz. Además, puede abastecer de energía lugares a los que no llega el tendido eléctrico. El mantenimiento de los paneles es sencillo y barato, con lo que tiene una rápida amortización de la inversión inicial.

Por otro lado, la instalación requiere una gran inversión económica inicial, ya que el proceso de fabricación de módulos es complejo y caro. Además, el almacenamiento de la energía es difícil. Tampoco se debe olvidar que la producción dependerá de las condiciones climatológicas del momento (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2002).

5. ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

Antes de la elección de las energías para el abastecimiento de la residencia, se tendrán en cuenta algunas características ambientales del país y del entorno.

En cuanto a la energía térmica se refiere, una de las principales razones del crecimiento de sector bioenergético en Lituania se debe a la cantidad de recursos de los que dispone. En concreto, los bosques cubren 2.200.000 hectáreas del país, es decir, el 33,2% de la tierra lituana está cubierta por bosques (Litbioma, 2013). Aprovechando ese crecimiento del sector de la biomasa y teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de energía, se seleccionará la biomasa para abastecer la demanda térmica de la residencia.

Quedan descartadas, por lo tanto, la geotermia y la energía solar térmica. Se descarta, por un lado, la geotermia, ya que requiere una obra civil costosa la cual el resto de las energías no necesita, y, por otro lado, no se utilizará la solar térmica ya que Lituania no es un país que disponga de mucho sol, por lo que no es la más conveniente para el objetivo de este proyecto.

Para el abastecimiento de energía eléctrica se podrán utilizar paneles fotovoltaicos o mini aerogeneradores. Las dos fuentes de energía son adecuadas teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas; pero, aun así, se tendrán que tener en cuenta las condiciones climáticas del entorno.

Tal y como se ha mencionado, la irradiación solar en Lituania no es demasiada. En la imagen inferior podemos observar el mapa solar de Lituania. Vilnius recibe de media una incidencia solar de entre 1.000 y 1.025 kWh por metro cuadrado al año.

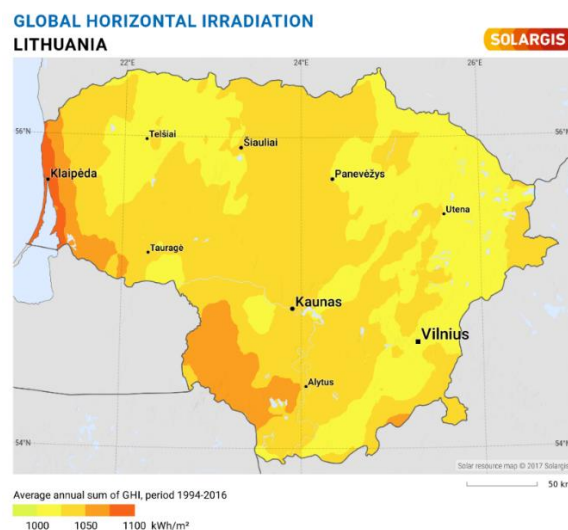


Ilustración 12: Mapa de la Irradiación Solar en Lituania.

Para hacernos una idea, si lo comparamos con el mapa solar de España, observamos que Vilnius no es el lugar más adecuado para rentabilizar la energía solar. En el mapa solar de España, la cifra superior de cada provincia representa el KWh que incide por metro cuadrado de superficie horizontal en un año, y la cifra inferior, el número de horas de sol.

A pesar de ello, la incidencia solar recibida podrá ser aprovechada para generar electricidad.

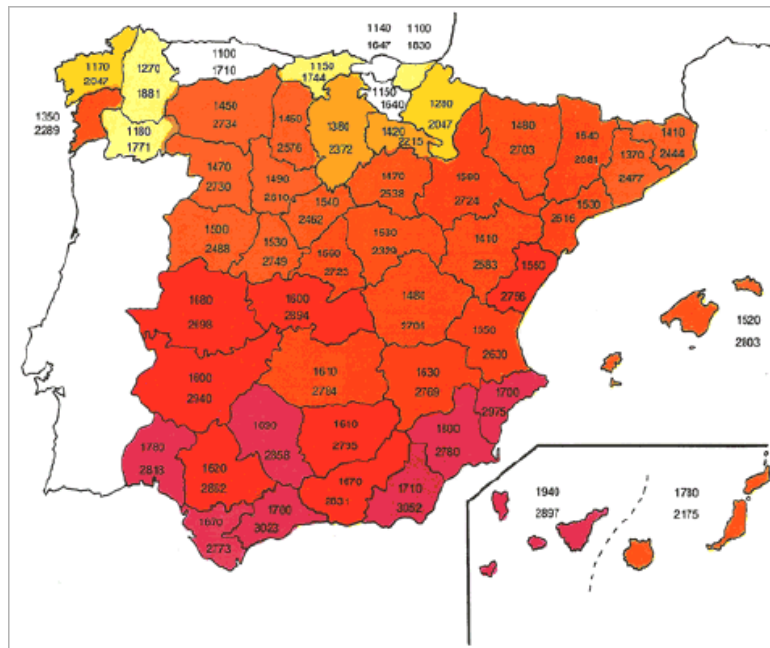


Ilustración 13: Mapa Solar de España.

Respecto al recurso eólico, la siguiente imagen refleja el mapa de velocidades de vientos en Lituania.

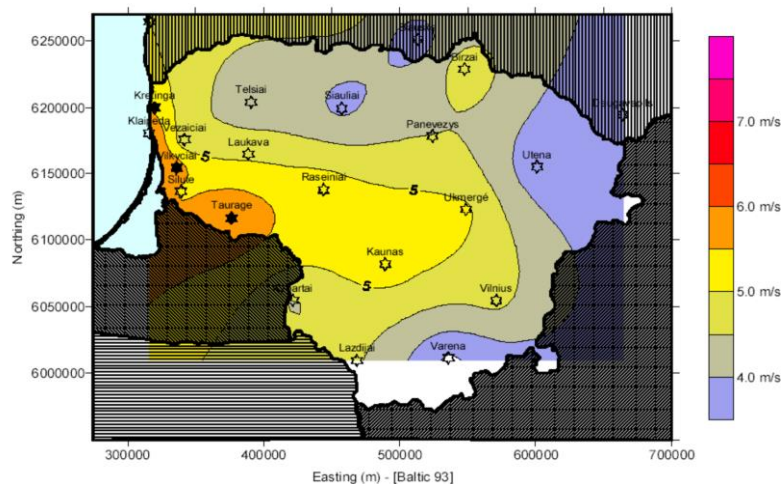


Ilustración 14: Mapa de Vientos de Lituania.

La velocidad media del viento en Vilnius es de 4,75 m/s, es decir, la velocidad del viento en la ciudad no es demasiado elevada, pero, aun así, es un recurso aprovechable.

En conclusión, se considera una instalación híbrida de energía mini eólica y de energía fotovoltaica como la mejor opción para el abastecimiento de energía eléctrica.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTAS

6.1 CALDERA DE BIOMASA

Para el abastecimiento de la calefacción y ACS se instalará la caldera de biomasa *Firematic 80-300 kW* de *Termosun*.



Ilustración 15: Caldera de Biomasa Firematic.

Firematic es una caldera compacta, con componentes de alta calidad y comprometidos con el medio ambiente debido a sus mínimos valores de emisiones. Pertenece a la clase A+ de eficiencia energética y sus niveles de eficiencia son elevados gracias a la sonda Lambda de la que dispone. Dicha sonda supervisa de forma permanente los valores de los gases y reacciona a las distintas calidades de combustible, obteniendo siempre valores de combustión perfectos y valores de emisiones muy reducidos.

La caldera se caracteriza por su fácil control mediante una pantalla táctil, ya que es capaz de regular el depósito de inercia, la temperatura de retorno de la válvula y la bomba, el calentamiento del ACS según las necesidades y el circuito de calefacción. La caldera incluye, además, una limpieza automática del intercambiador de calor y extracción automática de cenizas, evitando la necesidad de una limpieza manual, con lo que reduce el mantenimiento anual al mínimo.

Firematic admite diferentes tipos de combustibles, pero, en este caso, utilizaremos astillas de madera por ser más económicas que los pellets.

Adicionalmente, se instalará el depósito de inercia HERZ. Tal y como se ha mencionado anteriormente, ya que al utilizar un depósito de inercia se dispone energía para un largo periodo de tiempo, de manera que el número de veces que la caldera debe ponerse en marcha se reduce y aumenta el rendimiento de toda la instalación. Al mismo tiempo, proporciona calor constante a los distintos circuitos de calefacción de una forma segura y garantiza así unas condiciones de funcionamiento óptimas.



Ilustración 16: Depósito de Inercia.

Para mayor comodidad en cuanto a la extracción de cenizas, se escogerá el contenedor recomendado por el fabricante de 240 litros de capacidad. Las cenizas de combustión y de los intercambiadores son transportadas automáticamente al contenedor, que debido a su gran volumen las operaciones de vaciado de cenizas son menos frecuentes, por lo tanto, se ahorra tiempo y aumenta el confort.



Ilustración 17: Sistema de Extracción de Cenizas a un Contenedor Externo de 240 litros.

Respecto al espacio para la instalación de la caldera y el almacenamiento del combustible, la universidad dispone de espacio suficiente en el piso subterráneo del edificio de la facultad, además de un fácil acceso por el parking para el vehículo transportador del combustible. La sala no requiere de ninguna obra civil, simplemente necesitaría ser acondicionada para su nuevo uso.



Ilustración 18: Esquema de la Entrada del Camión del Combustible.

6.2 AEROGENERADOR

Uno de los equipos que utilizaremos para la generación de electricidad será un mini aerogenerador, concretamente, el aerogenerador E200 de Enair.



Este aerogenerador está diseñado para cubrir las demandas energéticas de pequeños complejos logrando la producción de 200 kWh/día. Emula la tecnología de la gran eólica pero adaptada a pequeños aerogeneradores.

Dispone de un sistema de paso variable activo que permite que la posición de la pala varíe la producción para cada velocidad de rotación del motor y la velocidad del viento desde el inicio hasta el extremo de alta velocidad. Las ventajas de la simplicidad mecánica y la electrónica avanzada maximizan la producción de energía.

Ilustración 19: Aerogenerador E200.

Funciona con una simple brisa de 1,85 m/s y continúa produciendo a más de 40 m/s sin perder eficacia de productividad. Además, el ruido está entorno a un 1% por encima del ruido ambiente, siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído (Enair, 2019).

En la siguiente imagen se encuentran los edificios que conforman la facultad de ingeniería civil de VTDK. El aerogenerador será instalado en el cuadro pequeño indicado en la misma imagen.

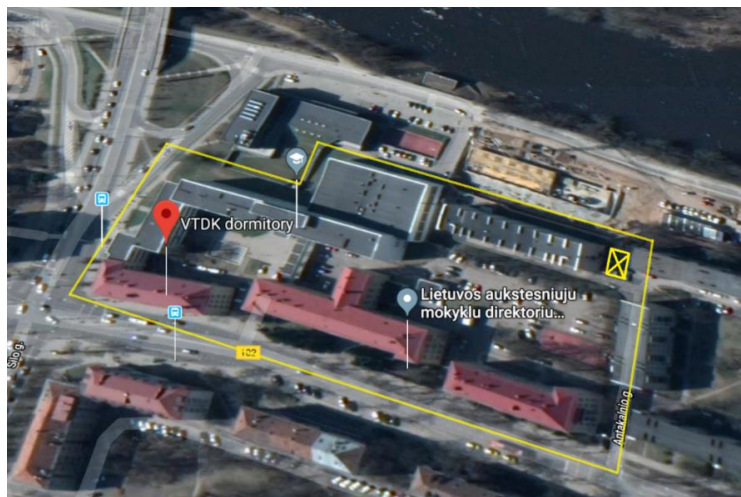


Ilustración 20: Ubicación del Aerogenerador.

6.3 PLACAS FOTOVOLTAICAS

Para completar la demanda de energía eléctrica, la residencia dispondrá de placas fotovoltaicas. El área disponible para la instalación de los paneles es el señalado en la siguiente imagen: el tejado de la residencia contigua, y el de unos de los edificios de la facultad. Aun así, se utilizará el área necesaria para conseguir la producción de energía que demanda la residencia.

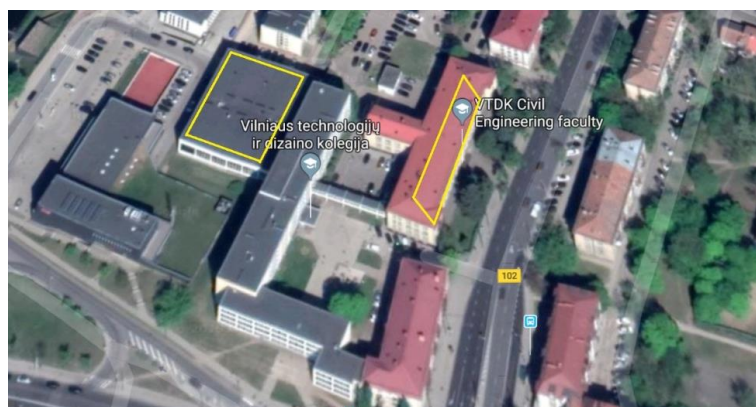


Ilustración 21: Ubicación Placas Fotovoltaicas.

Para determinar el modelo de placas, se deben tener en cuenta varios factores que se explicarán a continuación:

Para empezar, los paneles fotovoltaicos deben estar definidos por diferentes características eléctricas, las cuales que definen la curva IV de cada panel.

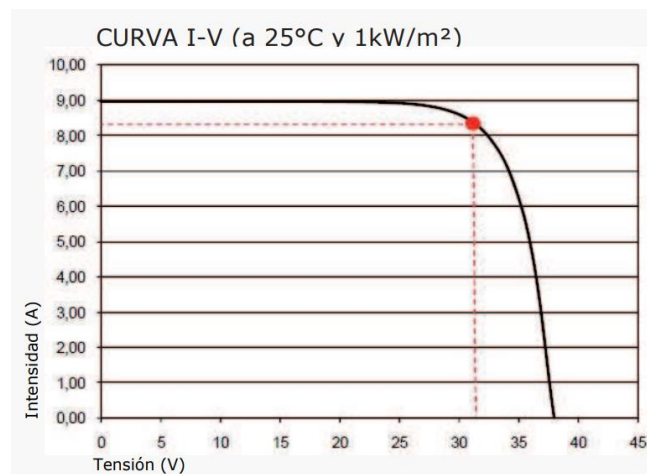


Ilustración 22: Curva IV.

La curva IV expresa la intensidad respecto a la tensión de la electricidad que se genera a la salida de los dispositivos. Esta gráfica está definida para las condiciones estándar: 25°C y 1kW/m², por lo tanto, cuando la temperatura o la radiación varíen, también lo hará la curva:

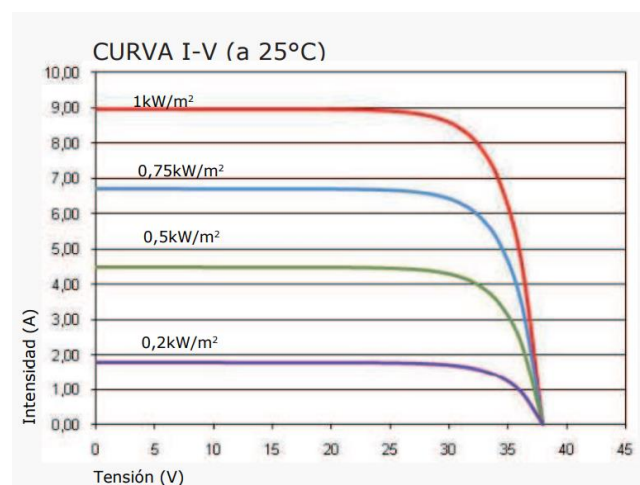


Ilustración 23: Curva IV dependiendo de la Irradiación.

Cuando la irradiación solar aumenta, también lo hará de una forma prácticamente proporcional la generación de electricidad, un comportamiento lógico.

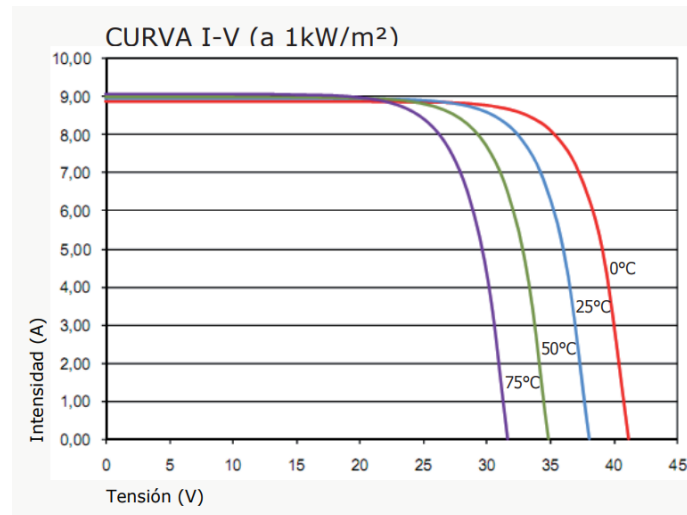


Ilustración 24: Curva IV dependiendo de la Temperatura.

Cuando la temperatura aumenta, la tensión disminuye, lo que significa que la eficiencia del panel disminuye, algo que podemos evitar con una adecuada ventilación del sistema.

Respecto al tipo de paneles, existen tres tipos, entre los cuales se debe escoger el más adecuado para cada situación. Por un lado, están los paneles monocristalinos y policristalinos de silicio, que son los más eficientes y disponen de una tecnología madura. Por otro lado, los paneles de capa fina, que pueden aportar mayor voltaje.

Para esta instalación se escogerán paneles policristalinos por ser los más rentables económicamente, a pesar de que los monocristalinos sean más eficientes. Se descartarán los de capa fina ya que necesitan una mayor área y un mayor número de paneles, lo que encarece el proyecto.

Para la elección de un tipo de panel u otro tendremos en cuenta, además del precio y su comportamiento ante las condiciones medioambientales los siguientes factores:

- Potencia pico: la máxima potencia que es capaz de generar un panel solar.
- Eficiencia del panel: porcentaje de energía que transforma un panel solar.

- Coeficiente de temperatura: a mayor temperatura del panel, menor rendimiento, por lo que se buscan coeficientes bajos de temperatura.

Una vez seleccionados los paneles se deberá decidir su orientación e inclinación. Las instalaciones con orientación sur y con una inclinación de 30° presentan mayor aprovechamiento de la irradiación solar (Selectra).

Teniendo en cuenta todos los factores mencionados, se ha escogido el módulo fotovoltaico policristalino A-265P de Atersa, del Grupo Elecnor. Además, la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) lo incluye en la lista de “*Los mejores paneles fotovoltaicos*”, basándose en la relación calidad-precio.

Se trata de una placa de 265W, perteneciente al rango medio de potencia de dicho fabricante. Está formada por 60 células de silicio, encapsuladas entre un cristal y una capa posterior de poliéster modificado. El cristal se caracteriza por tener un alto nivel de transmisividad, lo que permite aprovechar toda la luz solar (Atersa).



Ilustración 25: Panel Fotovoltaico A-265W.

7. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

7.1 INSTALACIÓN BIOMASA

Para empezar, necesitaremos calcular la cantidad de combustible que abastecerá caldera. Para ello, conocemos la potencia y el rendimiento de la caldera, 200 kW y 95% sucesivamente, y el PCI de las astillas: 13.000 KJ/kg. Por lo tanto, calculamos:

$$\eta = \frac{\dot{W}_t}{\dot{m}_B \times \text{PCI}} = 0,95 = \frac{200 \text{ kW}}{\dot{m}_B \times 13.000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$\dot{m}_B = 0,016 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 58,3 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ caudal másico de astillas.}$$

La caldera trabajará a plena carga durante los 6 meses que se utiliza a calefacción. 6 meses suponen 4.320 horas, por lo tanto, se calcula la cantidad de astillas necesaria:

$$\dot{m}_B \times 4.320 \text{ h} \frac{1 \text{ T}}{1000 \text{ kg}} = 251,86 \text{ T de astillas al año.}$$

Teniendo en cuenta la densidad de las astillas 225 kg/m³ podremos calcular el volumen de astillas necesario al año:

$$\frac{251.860 \text{ kg/año}}{225 \text{ kg/m}^3} = 1.119 \text{ m}^3 \text{ astillas /año}$$

Haremos una recarga de combustible al mes, es decir, 12 recargas al año, por lo que necesitaremos el siguiente espacio de almacenamiento:

$$1.119 \frac{\text{m}^3 \text{ astillas/año}}{12 \frac{\text{recargas}}{\text{año}}} = 93,25 \text{ m}^3 \text{ de espacio necesario para almacenar}$$

Reservaremos en el sótano un espacio de las siguientes dimensiones:

- Alto: 2m
- Ancho: 7m
- Largo: 7m

El almacén del combustible estará al mismo nivel que la sala de calderas tal y como se indica en la siguiente imagen y la alimentación se realizará mediante un disco rotativo y dos sinfines.

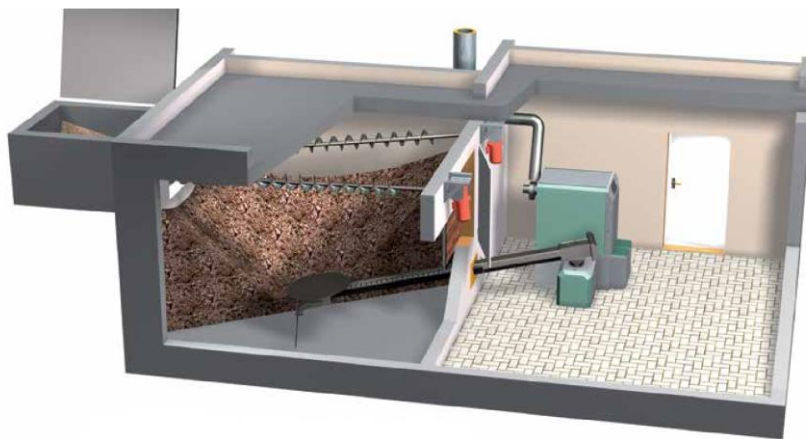
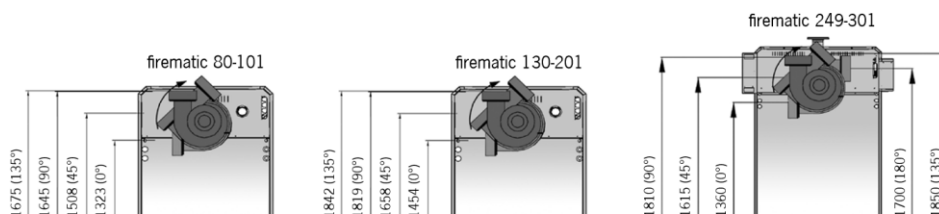


Ilustración 26: Sala de Calderas y Almacén de las Astillas al mismo nivel.

Las dimensiones y pesos de la caldera son las siguientes:



firematic 180-301

Datos técnicos	180	199	201	249	251	299	301
Rango de potencia con astillas (kW)	36,7-180	36,7-199	36,7-201	69,6-249	69,6-251	69,6-299	69,6-301
Rango de potencia con pellets (kW)	35,9-183	35,9-199	35,9-201	76,8-256	76,8-256	76,8-299	76,8-301
Dimensiones (mm)							
A1 Longitud - total	2071	2071	2071	2672	2672	2672	2672
A2 Longitud - frontal	1494	1494	1494	1906	1906	1906	1906
B1 Ancho	980	980	980	1116	1116	1116	1116
B1* Ancho (con eliminación de componentes)	950	950	950	1065	1065	1065	1065
B1* Ancho (sin eliminación de componentes)	1024	1024	1024	1230	1230	1230	1230
B2 Ancho - con alimentación	1888	1888	1888	2096	2096	2096	2096
C4 Altura	1818	1818	1818	1911	1911	1911	1911
C5 Altura superior - zona alimentación RSE	765	765	765	765	765	765	765
C9 Altura mín. recomendada sala calderas	2400	2400	2400	2600	2600	2600	2600
D1 Diámetro salida humos	200	200	200	250	250	250	250
E1 Espacio de mantenimiento parte frontal	750	750	750	750	750	750	750
E2 Espacio de mantenimiento parte trasera	600	600	600	800	800	800	800
E3 Espacio mín. de mantenimiento lado izquierdo	300	300	300	300	300	300	300
E4 Espacio mín. de mantenimiento lado derecho	700	700	700	700	700	700	700
Datos técnicos							
Peso caldera	kg	1370	1370	1370	2264	2264	2264
Rendimiento η_f	%	>94	>93	>93	>94	>94	>93
Presión máxima de trabajo	bar	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Temperatura máx. de trabajo permitida	°C	95	95	95	95	95	95
Contenido de agua	l	254	254	254	436	436	436
Caudal de gases a potencia nominal:	kg/s	0,110	0,119	0,119	0,145	0,145	0,177
Astillas (pellets)		(0,105)	(0,114)	(0,114)	(0,165)	(0,165)	(0,193)
Caudal de gases a potencia parcial:	kg/s	0,023	0,023	0,023	0,045	0,045	0,045
Astillas (pellets)		(0,022)	(0,022)	(0,022)	(0,05)	(0,05)	(0,05)

Ilustración 27: Dimensiones y Datos técnicos de la Caldera de Biomasa.

7.2 INSTALACIÓN EÓLICA

Las principales dimensiones del aerogenerador son las siguientes:

- Configuración: 3 palas de fibra de vidrio y resina epoxi con poliuretano de 4,5 metros de longitud y eje horizontal sotavento.
- Diámetro del rotor: 9,8m
- Longitud del rotor: 2,3m
- Área de barrido: $75,4m^2$
- Inicio de rotación: 1,85 m/s
- Velocidad de rotación: 120rpm
- Peso: 1.000kg

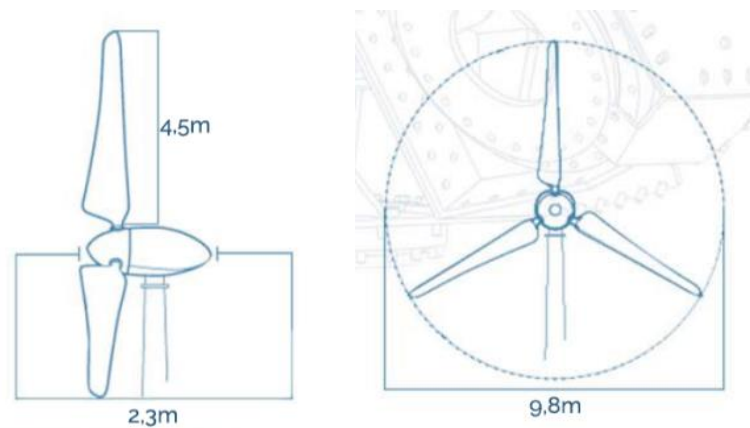


Ilustración 28: Dimensiones del Aerogenerador.

Las palas del dispositivo varían para cada velocidad del viento, adaptándose al mismo para ganar eficiencia de producción. A pesar de ello, será importante conocer la Rosa de los Vientos del lugar, el cual nos permite conocer la procedencia del viento en una ubicación concreta. La siguiente imagen nos muestra la Rosa de los Vientos de Vilnius, donde podemos observar que el origen del viento durante un tiempo más extenso es el suroeste, por lo tanto, el equipo será instalado en dicha orientación.

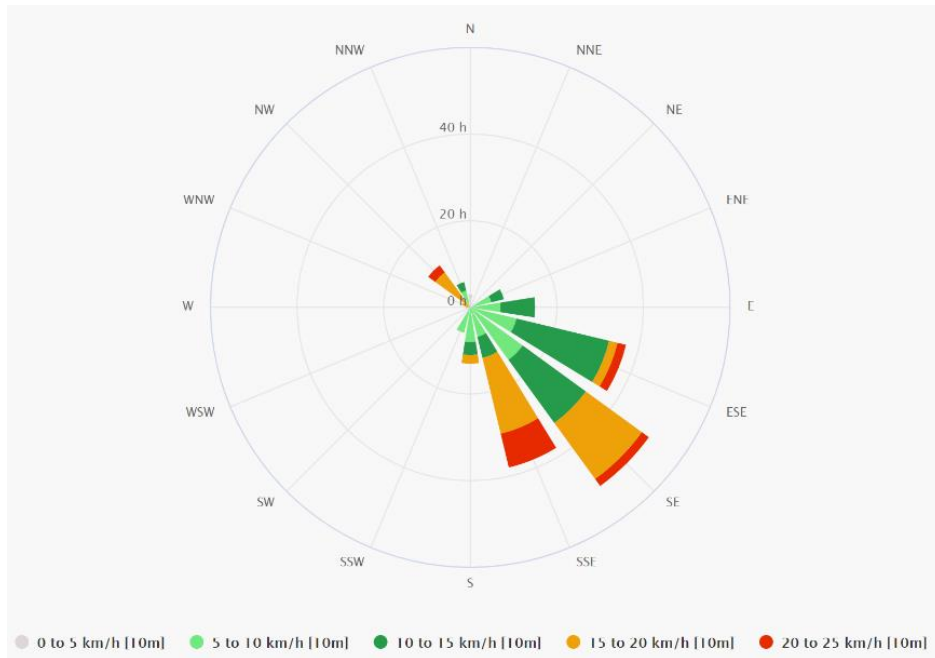


Ilustración 29: Rosa de los Vientos de Vilnius.

La velocidad media del viento en la ciudad es 4,75 m/s.

Para el cálculo de la potencia y energía generada, tendremos en cuenta los gráficos de producción obtenidos de las especificaciones técnicas de la página web del fabricante:

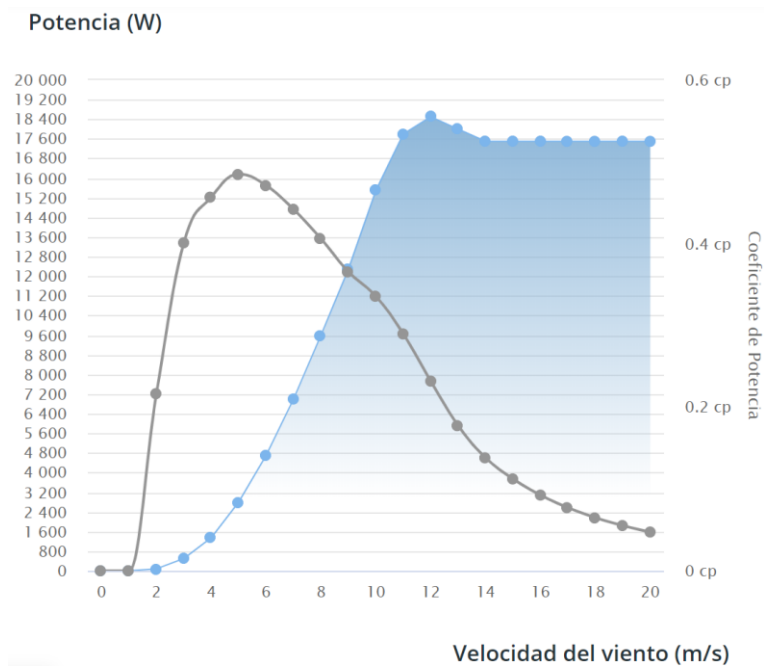


Ilustración 30: Potencia del Aerogenerador E200.

En el primer gráfico, podemos observar, además de la potencia alcanzada por el aerogenerador para las diferentes velocidades del viento, la curva de los coeficientes de potencia. El coeficiente de potencia indica con qué eficiencia el aerogenerador convierte la energía del viento en electricidad. Con velocidades en torno a 5 m/s alcanzamos la eficiencia máxima: 48,5%.

La potencia máxima se logra con vientos de aproximadamente 12 m/s, algo difícil de conseguir en la capital de Lituania.

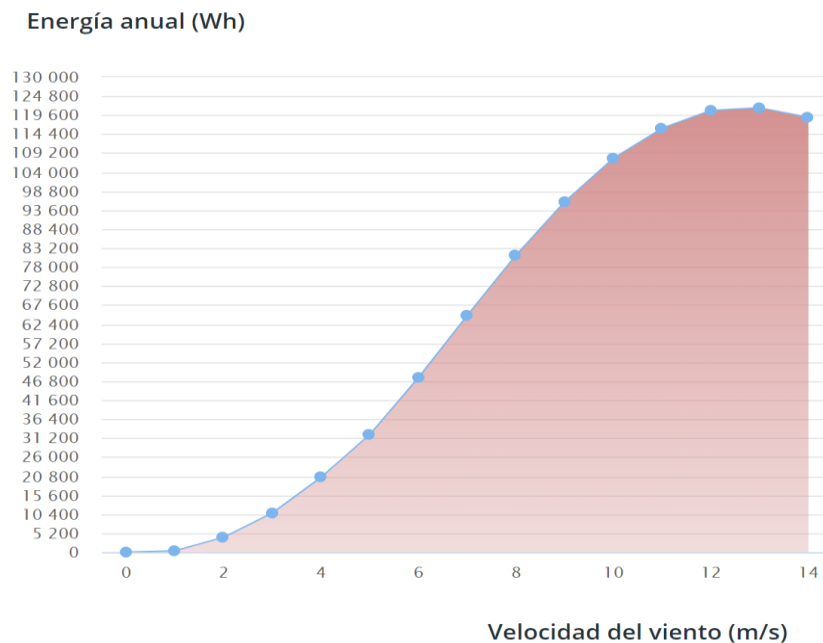


Ilustración 31: Energía del Aerogenerador E200.

Por otro lado, el segundo gráfico nos indica la producción de energía anual dependiendo de la velocidad del viento. Teniendo en cuenta la velocidad media del viento en Vilnius (4,75 m/s) y la producción anual de energía del generador, podemos obtener los datos de la generación de energía anual:

- Potencia media: 3,61 kW
- Energía: 31.625 kWh / año

Respecto a la instalación del dispositivo, el rotor se colocará sobre una torre con el objetivo de elevarlo para aprovechar el viento lo máximo posible.

Dicha torre, según las recomendaciones del fabricante, tendrá una altura de 18 metros y se colocará en una zanja correspondiente al lugar donde se conectará el equipo. El agujero medio

consta de unos 3x3x3 metros y se recubrirá de hormigón para darle más fuerza. Normalmente, este soporte es de acero, aunque su diseño y composición dependerá del fabricante para cada caso.

7.3 INSTALACION FOTOVOLTAICA

Las características principales del módulo A-265P son las siguientes:

Características eléctricas:

- Potencia Nominal: 265 W
- Eficiencia: 16,27%
- Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp): 8,40 A
- Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp): 31,55 V
- Corriente en Cortocircuito (Isc): 9,01 A
- Tensión de Circuito Abierto (Voc): 38,14 V

Parámetros térmicos:

- Coeficiente de Temperatura de Isc (α) 0,04% /°C
- Coeficiente de Temperatura de Voc (β) -0,32% /°C
- Coeficiente de Temperatura de P (γ) -0,43% /°C

El área disponible para la instalación de las placas es la siguiente:

- 55m x 12m = 660 m² tejado de la residencia contigua.
- 30m x 40m = 1.200 m² tejado de la facultad.

Escogeremos el tejado de la residencia contigua, es decir, el área total serán 660 m² y el área neta aproximadamente 330 m².

Las dimensiones y peso del módulo son las siguientes:

- Dimensiones (mm \pm 2 mm): 1.945 x 990 x 40
- Peso: 22,5 kg
- Área: 1,95 m²

Para calcular la producción anual de la instalación se deberán tener en cuenta las condiciones medioambientales del lugar, concretamente, la irradiación solar y las horas de las que se dispondrá de sol al año.

El área neta es de unos 330 m², por lo tanto, la irradiación que le llegará a los módulos fotovoltaicos será la siguiente:

$$1.000 \frac{kWh}{m^2} \times 330 m^2 = 330.000 kWh/año$$

Las placas transformarán el 16,27% de energía solar en energía eléctrica, por lo tanto, podemos calcular la producción anual de energía:

$$330.000 \frac{kWh}{año} \times 0,1627 = 53.691 \frac{kWh}{año}$$

Respecto a las horas de sol de las que se disponen al año, en el siguiente mapa podemos observar que en Vilnius son 1.676 horas al año:

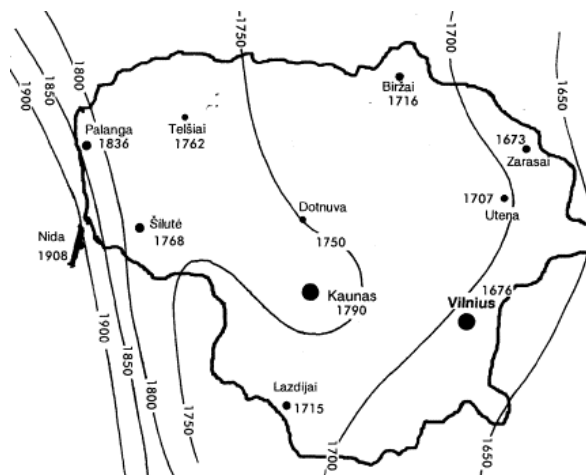


Ilustración 32: Horas de sol en Lituania (Fuente: Lietuvos Energetikos Institutas).

Si dividimos la producción anual total entre las horas en las que se producirá energía, es decir, 1.676 horas al año, calculamos la potencia pico, es decir, la máxima potencia eléctrica que se puede generar:

$$53.691 \frac{kWh}{año} / 1.676 \text{ horas} = 32 kWp$$

Por último, debemos saber cuántos módulos fotovoltaicos necesitamos. El área neta es de aproximadamente 330m² y cada placa tiene 1,95 m², por lo tanto, instalaremos 170 placas. Por lo tanto, el área neta será de exactamente de 331,5m².

La producción anual será la siguiente:

$$1.000 \frac{kWh}{m^2} \times 331,5m^2 \times 0,1627 = 53.935 \frac{kWh}{año}$$

Siendo la potencia pico:

$$\frac{53.935kWh}{año} / 1.676h = 32,18kWp$$

En conclusión,

NÚMERO DE PLACAS	170
ÁREA TOTAL	660m ²
ÁREA NETA	331,5m ²
POTENCIA PICO	32,18kWp
PRODUCCIÓN ANUAL	53.935kWh

Tabla 2: Resumen de las Placas Fotovoltaicas.

8. ESTUDIO ECONÓMICO

En el siguiente apartado se estudiará la parte económica del proyecto. Se calcularán los costes de la nueva instalación, es decir, la inversión inicial, los gastos anuales y los de mantenimiento. Se calculará adicionalmente el ahorro que supone la instalación renovable respecto a la instalación actual, así como el tiempo de amortización.

8.1 INVERSIONES

En las siguientes tablas se indica el coste que supone la inversión inicial de cada energía seleccionada.

La inversión de la instalación de biomasa es la siguiente:

DESCRIPCIÓN	IMPORTE
Caldera de Biomasa	43.000 €
Depósito de Inercia	4.100 €
Depósito de Expansión	800 €
Equipos Auxiliares	17.200 €
Montaje Mecánico	5.800 €
Sistema Eléctrico y de Control	4.100 €
TOTAL	75.000 €

Tabla 3: Resumen de la Inversión inicial Biomasa.

*Cálculos aproximados.

La inversión de la instalación eólica es la siguiente:

DESCRIPCIÓN	IMPORTE
Aerogenerador (incluye torre, inversor y sistemas de control)	62.000 €
Sistema Eléctrico y de Control	6.500 €
Montaje Mecánico	9.200 €
Equipos Auxiliares	9.300 €
TOTAL	87.000 €

Tabla 4: Resumen Inversión inicial Aerogenerador.

*Cálculos aproximados

Por último, la inversión de la instalación fotovoltaica es la siguiente:

DESCRIPCIÓN	IMPORTE
Paneles fotovoltaicos	25.000 €
Inversores solares	1.800 €
Estructura (montaje)	2.500 €
TOTAL	29.300 €

Tabla 5: Resumen de la Inversión inicial de las Placas Fotovoltaicas

* Cálculos aproximados.

8.2 COSTES ACTUALES DE LA ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA

Para conocer la rentabilidad y la amortización de la nueva instalación, se debe conocer a cuánto asciende el importe de los pagos de electricidad, calefacción y ACS actualmente.

Se debe tener en cuenta, por un lado, el precio del gasoil en Lituania: 0,0405 €/kWh. La potencia de la caldera y su rendimiento son conocidas, entonces, se calcula el coste anual actual de la energía térmica:

$$200kW \times \frac{4.320horas}{0,85} = 1.016.470,59kWh/año$$

$$\frac{1.016.470,59kWh}{año} \times \frac{0,0405€}{kWh} = \mathbf{41.167€/año}$$

En cuanto a la electricidad en Lituania, su precio es de 0,1097€/kWh, por lo tanto, se calcula el coste anual de la energía eléctrica:

$$\frac{85.560kWh}{año} \times \frac{0,1097€}{kWh} = \mathbf{9.386 €/año}$$

8.3 ANALISIS DE LA RENTABILIDAD

Para calcular la rentabilidad del proyecto, se debe conocer el ahorro anual que suponen las nuevas instalaciones.

En cuanto a la nueva caldera de biomasa, el gasto anual pertenece al combustible. La caldera consumirá, tal y como se ha calculado anteriormente 251,86 tonas de astillas al año. El precio aproximado de las astillas es de 50€/T, entonces,

$$251,86 \text{ tonas de astillas} \times \frac{50\text{€}}{\text{tona}} = 12.575\text{€}$$

BIOMASA

INGRESOS	41.167 €
GASTOS	12.575 €
AHORRO NETO	28.592 €

Tabla 6: Ahorro Neto de la Instalación de Biomasa.

El Tiempo de Retorno Simple es el siguiente:

$$TRS_1 = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Ahorro Neto}} = \frac{75.000 \text{ €}}{28.592 \text{ €}} = 2,6 \text{ años}$$

Los gastos anuales de la planta eólica y las placas fotovoltaicas pertenecen al mantenimiento de los equipos. Las piezas del aerogenerador deben ser ajustadas y engrasadas para su correcto funcionamiento y los módulos fotovoltaicos deben limpiarse ocasionalmente.

EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

INGRESOS	9.386 €
GASTOS	1.100 €
AHORRO NETO	8.286 €

Tabla 7: Ahorro Neto de la Instalación Eólica y Fotovoltaica.

El tiempo de Retorno Simple es el siguiente:

$$TRS_2 = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Ahorro Neto}} = \frac{116.300 \text{ €}}{8.286 \text{ €}} = 14 \text{ años}$$

9. CRONOGRAMA

Este apartado describe los procesos y el tiempo que conlleva cada uno de ellos desde el inicio de la obra hasta la puesta en marcha de la instalación. Los hitos del proyecto son los siguientes:

1. Ingeniería básica. Describe el alcance del proyecto, la ingeniería base y los cálculos generales del proyecto. Se estiman aproximadamente tres meses de duración.
2. Ingeniería de detalle. Se amplía y se define completamente el proyecto. Será el hito mas extenso del proceso ya que incluye todos los pequeños cambios que se puedan realizar hasta que todo quede completamente definido.
3. Compra de los equipos. Se estima como uno de los procesos más largos, ya que se debe estudiar con detenimiento todas las ofertas de los diferentes equipos que conformarán la instalación. Se debe analizar sus calidades, precios, condiciones transporte y de montaje etcétera.
4. Obra civil. El tiempo estimado para la obra civil es de 2 meses. Se debe acondicionar el tejado para instalar las placas, acondicionar la sala subterránea donde se almacenarán las astillas y se instalará la caldera de biomasa, y pequeña obra que requiere la instalación del aerogenerador.
5. Montaje mecánico. Los técnicos colocarán todos los equipos y piezas. Se estima una duración de 2 meses.
6. Montaje eléctrico. Los técnicos conectaran todos los equipos a la red eléctrica con el fin de convertir la energía renovable en electricidad. Se estima una duración de 1 mes.
7. Puesta en marcha. Se pone en marcha toda la instalación con el objetivo de comprobar su correcto funcionamiento.

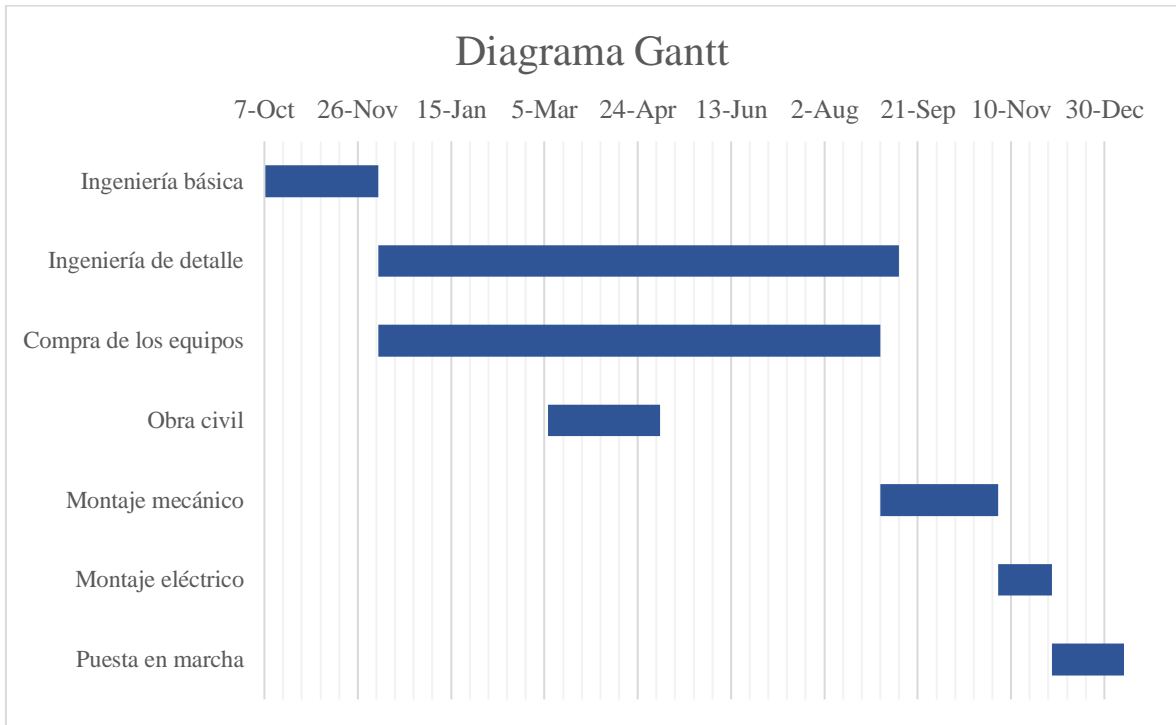


Ilustración 33: Cronograma del Proyecto

10. CONCLUSIONES

Lituania es un país que dentro de la Unión Europea no tiene un poder adquisitivo demasiado elevado, pero, a pesar de ello, es de los países con una de las mejores tasas de crecimiento. En cuanto a su situación energética, el país báltico en 2012 superó el objetivo de la UE de alcanzar el 20% del consumo final bruto de energía del país procedente de energías renovables. Dicho objetivo se fijó para el año 2020. El último dato disponible de Eurostat indica que hoy en día, el 25,84% de la energía en Lituania es de origen renovable.

A pesar de ello, las energías de origen fósil siguen siendo mayoritarias en el país, y por ese motivo, este proyecto ha propuesto la sustitución del sistema térmico y eléctrico de la residencia de VTDK por un abastecimiento energético renovable.

La conclusión principal es que las energías y equipos seleccionados para el objetivo del proyecto son adecuados. Por un lado, las alternativas seleccionadas, es decir, la biomasa, la energía eólica y la energía fotovoltaica, dados los recursos de los que dispone Lituania y las ventajas de cada una de ellas son capaces de abastecer toda la demanda energética de la residencia.

Por otro lado, en algo menos de tres años se conseguirá amortizar la inversión inicial de la biomasa, con lo que se puede afirmar que con la nueva caldera se obtendrá una buena rentabilidad. En cuanto a la planta eólica y fotovoltaica, se amortizarán en aproximadamente 14 años. Esto se debe a que el sol y el viento no son recursos muy abundantes en el entorno.

Con este proyecto, además de reducir los costes económicos se cumple adicionalmente el objetivo de contribuir a promover el uso de las energías renovables en Lituania, uno de los cambios imprescindibles por el que todos países deben apostar para la contribución de un planeta sostenible.

11. BIBLIOGRAFIA

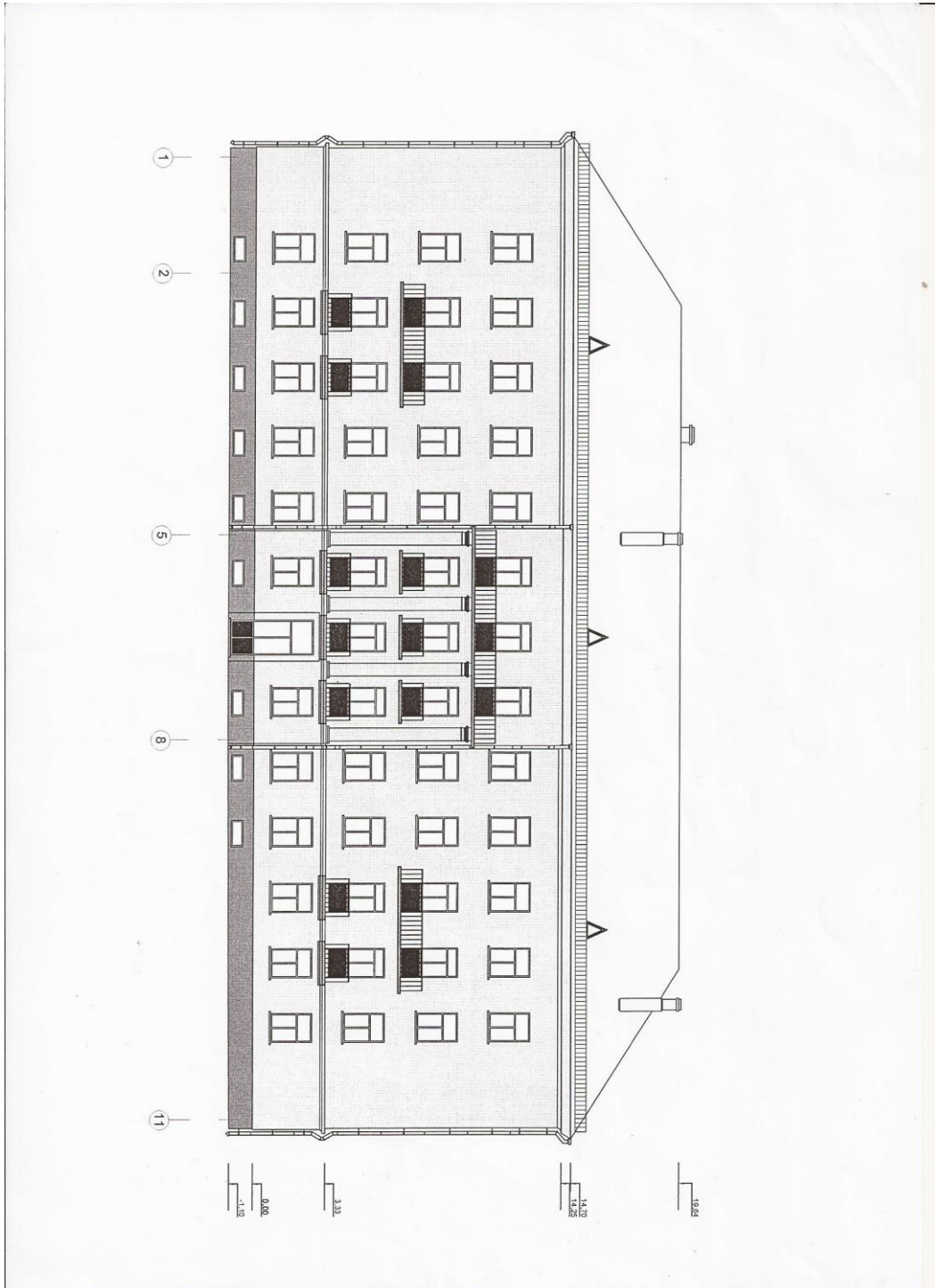
- Acciona. (2019). *Energías Renovables*. Recuperado de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- Naciones Unidas. (2019). *Cambio Climático*. Recuperado de <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Eurostat. (2019). *Estadísticas de Energía Renovable*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/es
- Eurostat. (2017). *Share of renewable energy in gross final energy consumption*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&language=en&pcode=t2020_31&toolbox=type
- Departamento de Maquinas y Motores Térmicos de la Escuela de Ingeniería de Bilbao, UPV/EHU. (2018). *Ordezko Energiak*.
- Rufes Martínez P. (2010). *Energía Solar Térmica. Técnicas para su aprovechamiento*. Barcelona: Marcombo.
- ECA, Instituto de Tecnología y Formación, Méndez Muñiz, J.M., Cuervo García R. (2011). *Energía Solar Térmica*. Madrid: FC Editorial.
- Inarquia. (2019). Ventajas e inconvenientes de la geotermia. Recuperado de <https://inarquia.es/ventajas-e-inconvenientes-de-la-geotermia>
- Cárdenas Calle, M. G. (2019). *Estudio técnico económico de la energía solar fotovoltaica y mini eólica a pequeña escala*.
- Equipo INIECO. (2011). *Desarrollo de proyectos de instalaciones de energía mini eólica aislada*. Málaga: Vértice.
- Escudero López, J.M. (2008). *Manual de energía eólica*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*.

- Letuvos Biomassės Energetikos Asociacija: LITBIOMA (2013). *Biomass energy in Lithuania: Current situation, opportunities and challenges*.
- Termosun. Productos Gama Herz, Firematic 80 – 300 kW. Recuperado de <http://www.termosun.com/es/tecnologia/productos-gama-herz-1/firematic-80---300-kw-5/index.htm>
- Enair. Aerogenerador Enair 200. Recuperado de <https://www.enair.es/es/aerogeneradores/e200>
- Selectra. ¿Cómo instalar placas solares y cuanto me cuesta? Recuperado de <https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion>
- Organización de Consumidores y Usuarios. *Los mejores paneles fotovoltaicos*. Recuperado de https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/test/comparar-paneles-fotovoltaicos/results?filter=&sorter=TW-10031_910_1575
- Atersa, Grupo Elecnor. Panel Solar 265W 60 células – Placa Solar ATERSA A-265P ULTRA. Recuperado de <https://atersa.shop/panel-solar-a-265p-ultra/>
- Lietuvos Energetikos Institutas. *Solar Energy Usage in Lithuania*. Recuperado de http://www.lei.lt/_img/_up/File/atvir/Opet/Res/solar_energy.htm
- Generador de precios. Cype Ingenieros S.A. Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Caldera para la combustión de astillas de madera. Recuperado de http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=5|0_0_0_0_0|1|ICQ010|icq_010:c6_0_2c21_0_1c4_0_1_0_1c6_0_1_0_0_1_0_0_1c3_0_1c3_0
- Eurostat. (2018). *Electricity Price Statistics*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics
- Eurostat. (2018). *Natural Gas Price Statistics*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Natural_gas_price_statistics

12. ANEXOS

ANEXO A. PLANOS DE LA RESIDENCIA

ANEXO A.1. PLANO DEL EXTERIOR DE LA RESIDENCIA



ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO B.1. FIREMATIC

Ventajas y detalles...



T-CONTROL, regulación fácil con pantalla táctil.

Regulación de serie para:

- Depósito de inercia.
- Temperatura de retorno (bomba y válvula mezcladora).
- Calentamiento de agua sanitaria según necesidades.
- Circuito de calefacción (bomba y válvula mezcladora).
- Protección antihielo.
- Diseño de pantalla y menús sencillos.
- Ampliación hasta 55 módulos (circuitos calefacción, solar, segunda inercia, etc.).



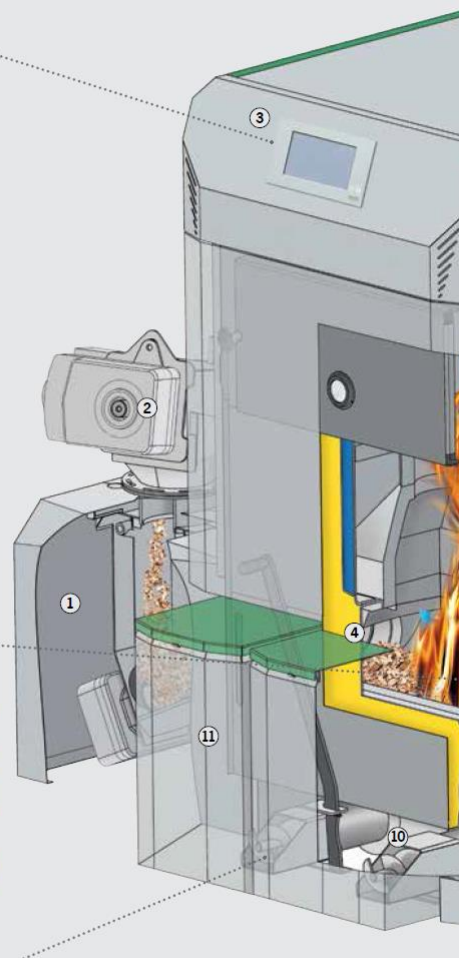
Introducción lateral a parrilla móvil de combustión.

- Introduccion lateral para astillas o pellets en la cámara de combustión (sinfin para firematic 20-101, sinfin doble para firematic 130-301).
- Con el movimiento de la parrilla de combustión se consigue una limpieza de los elementos de la parrilla. Estos elementos están fabricados con materiales de fundición de alta calidad. Con esta limpieza de parrilla se mantiene un caudal de aire óptimo a través de los elementos de la parrilla y garantiza una combustión óptima.
- La retirada de las cenizas de la cámara de combustión se realiza de forma automática mediante la basculación del último tramo de la parrilla. El tornillo sinfin, situado en la parte inferior del tramo de parrilla basculante, transporta las cenizas directamente al contenedor de cenizas.
- Introducción de la parrilla en una matriz.



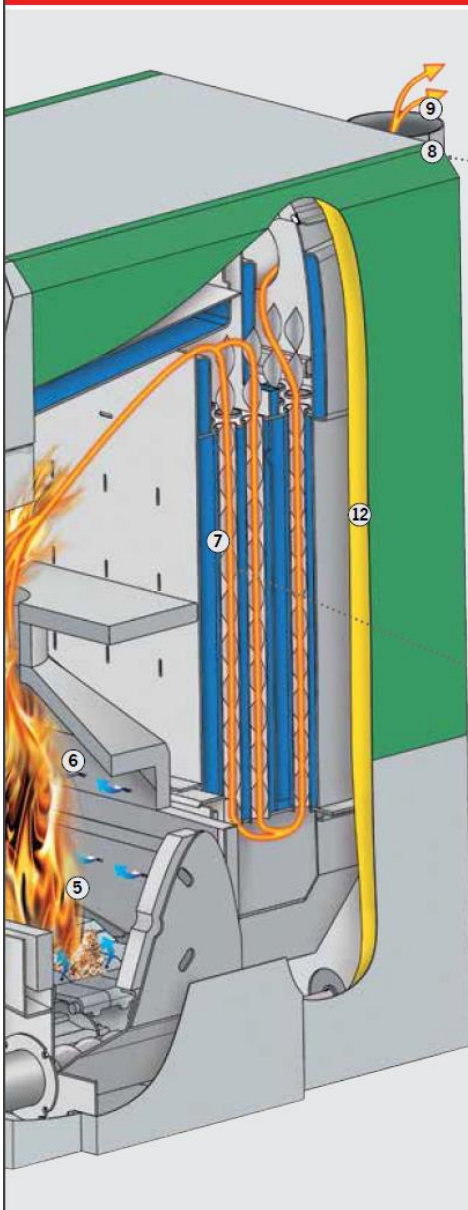
Extracción automática de cenizas.

- Mediante los dos tornillos sinfin, las cenizas de combustión y las volátiles son transportadas automáticamente a los dos depósitos de cenizas frontales.
- Los depósitos extraíbles disponen de ruedas, lo que permite vaciar las cenizas de forma fácil.




- 1. Almacén intermedio**
Dispone de control de nivel mediante infrarrojos (evita la necesidad de sistemas mecánicos).
- 2. RSE** (Dispositivo protección de retorno de llama). **SLE** (Dispositivo extintor automático: Sistema con aspersores).
- 3. Regulación T-CONTROL**
unidad de control central.

... firematic 80-301




Combustión que ahorra energía mediante la sonda Lambda.



- Gracias a la sonda Lambda, que supervisa de forma permanente los valores de los gases y reacciona a las distintas calidades de combustible, se obtienen siempre valores de combustión perfectos y valores de emisiones muy reducidos.
- La sonda Lambda controla la impulsión de aire primario y secundario. Además, consigue una combustión más limpia, incluso en funcionamiento a carga parcial.
- El resultado es el consumo de combustible más reducido y unos niveles de emisiones muy bajos, incluso con distintas calidades de combustibles.

Limpieza automática del intercambiador de calor.



- Los intercambiadores se limpian automáticamente mediante un sistema de turbuladores integrados. El sistema de limpieza se activa incluso durante el funcionamiento de combustión. De esta forma, no es necesario ningún tipo de limpieza manual.
- Rendimiento alto y constante, gracias a las superficies limpias del intercambiador de calor y, como consecuencia, el consumo de combustible es menor.
- Las cenizas volátiles que se producen se transportan a través de un sinfín al depósito de cenizas frontal.

4. Encendido automático con ventilador de aire caliente.

5. Parrilla móvil con limpieza automática

6. Cámara de combustión con 2 zonas.

7. Intercambiador con turbuladores con limpieza automática.

8. Control con sonda Lambda para supervisión automática de gases y combustión.

9. Ventilador de aspiración que regula la velocidad y controla la instalación para un funcionamiento óptimo y seguro.

10. Sinfín de extracción de cenizas de combustión y de intercambiadores.

11. Dos depósitos de cenizas frontales.

12. Aislamiento térmico de alta eficiencia garantizando mínimas pérdidas de calor.

Sistemas de transporte de combustible...



Almacén de combustible y sala de calderas al mismo nivel. Alimentación con rotativo y 2 sinfines.

Tecnología HERZ para rotativos y sistemas de alimentación.

Rotativos muy robustos con sistema de cojinetes y transmisión reforzados. Disponible hasta 6 metros de diámetro y hasta 5 metros de diámetro para 230V (para firematic 20-60).

Sistema especial con sinfín pendular para silos, o mediante suelo móvil con sinfín hasta caldera.



Alimentación mediante agitador rotativo horizontal con tornillo sinfín ascendente para un óptimo aprovechamiento del almacén.



Almacén de combustible y sala de calderas a distintos niveles. Descarga horizontal mediante agitador rotativo y tubo de caída.

... para astillas y pellets

El sistema HERZ vertical de llenado

permite vaciar el almacén de astillas de forma óptima.

Las astillas se transportan mediante un sinfín vertical hasta la parte superior del almacén y a través de un sinfín horizontal se distribuye de manera óptima.

- Tolva de llenado hasta 6 metros de longitud.
- Tolva de llenado con elementos modulares de 0,6 y 1,2 metros.
- Bisagras y tapa de la tolva de llenado galvanizadas.
- Alta resistencia a la corrosión. Galvanizado de todas las piezas de revestimiento exterior de la instalación.
- Todos los motores están diseñados para instalarse en el exterior.
- Altura vertical hasta 10 metros.
- Llenado óptimo del almacén de combustible mediante sinfín (longitud hasta 12 metros).



Caudal de llenado: <math>< 60 \text{ m}^3/\text{h}</math>
Para instalaciones dobles: <math>< 120 \text{ m}^3/\text{h}</math>



COMBUSTIBLE ADECUADO:

Pellets según:

- EN ISO 17225-2: Clase A1, A2
- ENplus, ÖNORM M7135, DINplus o Swisspellet

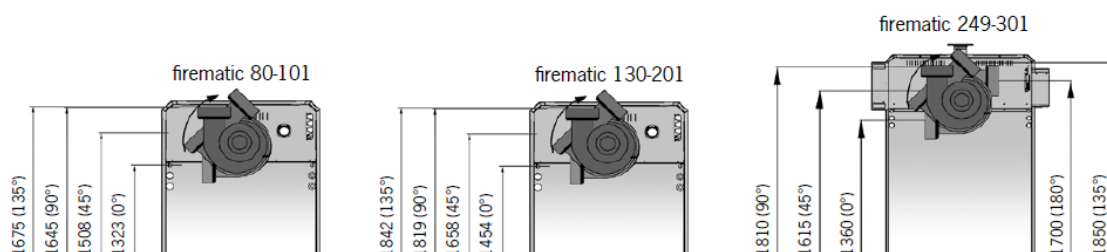
Astillas M40

(Contenido máx. agua 40%) según:

- EN ISO 17225-4: Clase A1, A2, B1 y dimensiones partículas P16S, P31S
- ÖNORM M7133: G30-G50



Dimensiones y datos técnicos firematic 80-301



firematic 180-301

Datos técnicos	180	199	201	249	251	299	301	
Rango de potencia con astillas (kW)	36,7-180	36,7-199	36,7-201	69,6-249	69,6-251	69,6-299	69,6-301	
Rango de potencia con pellets (kW)	35,9-183	35,9-199	35,9-201	76,8-256	76,8-256	76,8-299	76,8-301	
Dimensiones (mm)								
A1 Longitud - total	2071	2071	2071	2672	2672	2672	2672	
A2 Longitud - frontal	1494	1494	1494	1906	1906	1906	1906	
B1 Ancho	980	980	980	1116	1116	1116	1116	
B1* Ancho (con eliminación de componentes)	950	950	950	1065	1065	1065	1065	
B1* Ancho (sin eliminación de componentes)	1024	1024	1024	1230	1230	1230	1230	
B2 Ancho - con alimentación	1888	1888	1888	2096	2096	2096	2096	
C4 Altura	1818	1818	1818	1911	1911	1911	1911	
C5 Altura superior - zona alimentación RSE	765	765	765	765	765	765	765	
C9 Altura mín. recomendada sala calderas	2400	2400	2400	2600	2600	2600	2600	
D1 Diámetro salida humos	200	200	200	250	250	250	250	
E1 Espacio de mantenimiento parte frontal	750	750	750	750	750	750	750	
E2 Espacio de mantenimiento parte trasera	600	600	600	800	800	800	800	
E3 Espacio mín. de mantenimiento lado izquierdo	300	300	300	300	300	300	300	
E4 Espacio mín. de mantenimiento lado derecho	700	700	700	700	700	700	700	
Datos técnicos								
Peso caldera	kg	1370	1370	1370	2264	2264	2264	2264
Rendimiento η_f	%	>94	>93	>93	>94	>94	>93	>93
Presión máxima de trabajo	bar	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Temperatura máx. de trabajo permitida	°C	95	95	95	95	95	95	95
Contenido de agua	l	254	254	254	436	436	436	436
Caudal de gases a potencia nominal:	kg/s	0,110	0,119	0,119	0,145	0,145	0,177	0,177
Astillas (pellets)		(0,105)	(0,114)	(0,114)	(0,165)	(0,165)	(0,193)	(0,193)
Caudal de gases a potencia parcial:	kg/s	0,023	0,023	0,023	0,045	0,045	0,045	0,045
Astillas (pellets)		(0,022)	(0,022)	(0,022)	(0,05)	(0,05)	(0,05)	(0,05)

firematic 80-101:

- 1... Impulsión 2" DI
- 2... Retorno 2" DI
- 3... Conexión de llenado/vaciado 3/4" DI
- 4a... Entrada int. calor de seguridad 1/2" DI
- 4b... Salida int. calor de seguridad 1/2" DI

DI... diámetro interior

firematic 130-201:


- 1... Impulsión 2" DI
- 2... Retorno 2" DI
- 3... Conexión de llenado/vaciado 3/4" DI
- 4a... Entrada int. calor de seguridad 1/2" DI
- 4b... Salida int. calor de seguridad 1/2" DI

firematic 249-301:

- 1... Impulsión DN80, PN 6
- 2... Retorno DN80, PN 6
- 3... Conexión de llenado/vaciado 3/4" DI
- 4a... Entrada int. calor de seguridad 1/2" DI
- 4b... Salida int. calor de seguridad 1/2" DI

DI... diámetro interior

ANEXO B.2. AEROGENERADOR E200



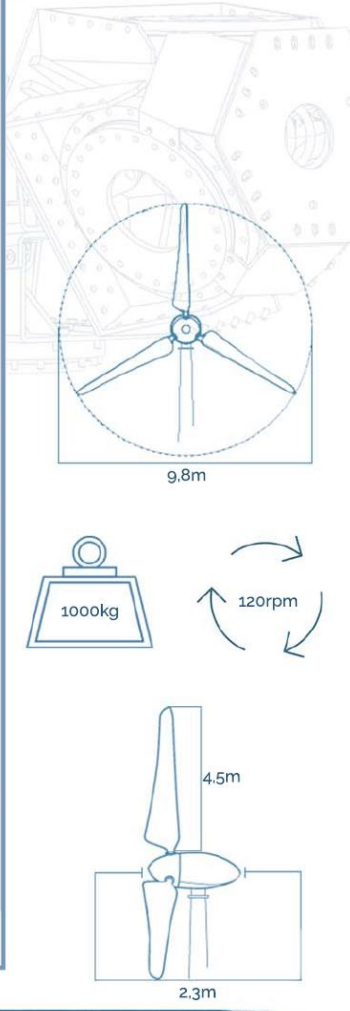
E200


FICHA TÉCNICA

Nuestra tecnología patentada es una inteligente adaptación de los principales sistemas que tiene la gran eólica adaptada a potencias de 10 a 60kW. Alta seguridad, máximo control y eficiencia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

GENERADOR	Potencia	20kW - Max.
	Configuración	3 fases - 500V - transmisión directa
AEROGENERADOR	Configuración	3 palas, eje horizontal sotavento
	Potencia nominal	18kW - IEC 61400
	Aplicaciones	Conexión a red - Micro red
	Velocidad rotación	120rpm
	Inicio de rotación	1.85m/s
	Corte producción	30m/s
	Protección	Ip-65/alta protección ambiental
	Peso	1000kg
ROTOR	Orientación	Orientación aerodinámica
	Diámetro	9.8m
	Área de barrido	75.4m ²
	Longitud de pala	4.5m
	Material de pala	Fibra de vidrio, resina flex con poliuretano
SISTEMA DE SEGURIDAD DE FRENADO	Tipo de control	Paso variable activo, regul. electrónica y freno
	Paso	Paso variable con control activo Por viento y potencia
	Freno	Freno electromecánico de seguridad
	Control electrónico de:	- Velocidad de viento - Temperatura (opc.) - Voltaje - Fallos en la red - Fallo de sensores
CONTROL DE LA TURBINA	Sistema electrónico	Sistema programable para adaptar la turbina Registro de alarmas
	Software	Software personalizado. Pantalla datos (opc.)
INVERSORES	Inversor	Compatible con los inversores solares de tensión constante a 500V





Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
 +34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es



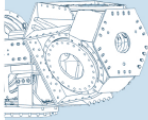
E200 Wind Turbine FICHA TÉCNICA

LA TECNOLOGÍA DE LA GRAN EÓLICA ADAPTADA EN LA PEQUEÑA EÓLICA

Vida útil de 25 años!!

CLASS I WIND TURBINE IEC 61400-2/NVI-A

CONTROL DE PASO VARIABLE ACTIVO

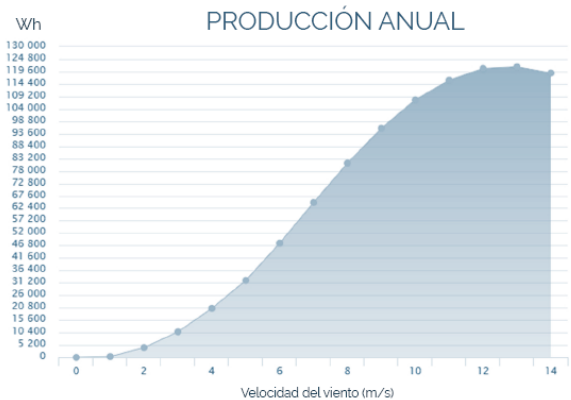


Tecnología patentada
Características:
 - Robusto
 - Alta resistencia
 - Control de paso variable de ángulo completo
 - Muelle pasivo de seguridad ante cualquier fallo en el sistema
 - Accionamiento hidráulico
Tecnología escalable de 5 a 100kW de potencia, puntos clave:
 - Simple
 - Muy Seguro y con control total

CONTROL ELECTRÓNICO



Funciones multiprograma:
Control total de:
 -rpm - Nm
 - Hz - V AC/DC
 - m/s
 Control sobre los parámetros de la turbina, lo que le permite decidir las mejores acciones para optimizar la producción y su seguridad.
 El software permite implementar diferentes configuraciones en función de las condiciones de viento para así aumentar su eficiencia.



PASO VARIABLE ACTIVO Y PROTECCIÓN PASIVA

El sistema de paso variable activo permite que la posición de la pala varíe para cada velocidad del viento adaptándose al mismo para ganar eficiencia de producción. Las ventajas de la simplicidad mecánica y electrónica avanzada se combinan para hacer una unión perfecta y maximizar la producción de energía, siempre con un alto nivel de seguridad

LOS DISEÑOS AERODINÁMICOS Y CFD

Se ha hecho un estudio aerodinámico completo del aerogenerador, utilizando las últimas técnicas de dinámica de fluidos computacional. Contando con los mejores expertos en la tecnología CFD y el uso de grandes centros de procesamientos de cálculo para analizar las complejas condiciones que puede sufrir una turbina eólica

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El completo sistema de control, permite monitorizar y gestionar más de 600 parámetros del aerogenerador, de forma que podemos personalizar el funcionamiento del aerogenerador a cada lugar en función de las condiciones de viento del mismo, para maximizar su producción de energía

** Este sistema es opcional y personalizable en varios niveles

*Las especificaciones técnicas descritas en este documento están sujetas a modificaciones/cambios sin previo aviso por parte del fabricante. **Las imágenes que aparecen en este documento no son contractuales

- Minimo ruido**
 El perfil aerodinámico de las palas está basado en la serie de perles FX, y su diseño es para maximizar la producción y minimizar el ruido.
- Máxima eficiencia**
 El sistema de control permite extraer la potencia máxima disponible desde el inicio de la rotación y pueda adaptarse a cualquier entorno
- Anticorrosivo**
 3 sistemas de seguridad, activos y pasivos: freno electromecánico activo, aerodinámico y muelle pasivo, que actúan en cualquier condición.
- Hermético**
 Los materiales utilizados están fabricados con un tratamiento de tropicalización para instalar en islas, desiertos o ambientes agresivos.
- Robusto**
 De acuerdo con la norma IEC 61400-2 el diseño del Aerogenerador esta clasificado como Clase 1, con factores de seguridad en los componentes críticos de un FS-g.



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
 +34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

ANEXO B.3. PLACAS FOTOVOLTAICAS A-265P

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva +

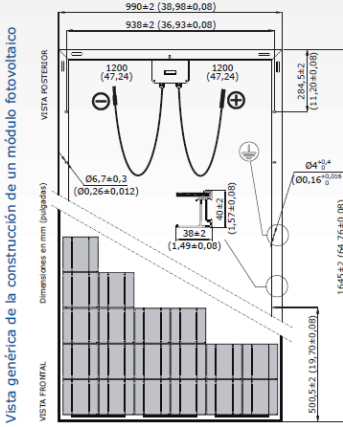
Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C y AM 1,5)*			
	A-255P	A-260P	A-265P
Potencia Nominal (0/+5 W)	255 W	260 W	265 W
Eficiencia del módulo	15,66%	15,97%	16,27%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,29 A	8,35 A	8,40 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	30,76 V	31,20 V	31,55 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,88 A	8,95 A	9,01 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	37,80 V	37,98 V	38,14 V

Parámetros térmicos	
Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

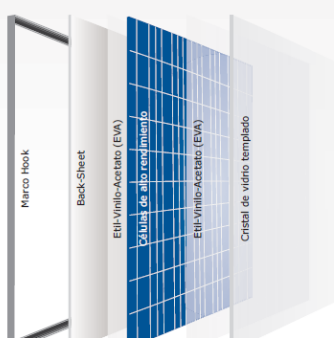
Características físicas	
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1645x990x40
Peso (0,5 kg)	19,2
Área (m ²)	1,63
Tipo de célula (± 1 mm)	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	60 (6x10)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1.200 mm
Conectores	TYCO PV4

Rango de funcionamiento	
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

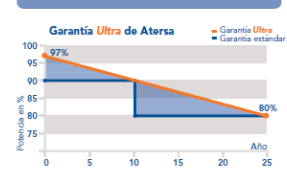
*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancia medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).



Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: 25 uds
- Peso por palet: 495 kg
- En un contenedor de 40 pies entran 25 cajas: 625 paneles
- En un contenedor de 40 pies HC entran 26 cajas: 650 paneles
- En un contenedor de 20 pies entran 10 cajas: 250 paneles
- En un camión TAUTLINER entran 30 cajas: 750 paneles




Garantía Ultra de Atersa

NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

www.atersa.com • atersa@elecnor.com
 Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 28/04/17
 Ref.: MU-6P (3) 6x10-D (TY 3.2)
 © Atersa SL, 2016



ANEXO C. CRONOGRAMA

HITOS	FECHA INICIO	DURACIÓN (días)	FECHA FIN
Ingeniería básica	07-oct	61	07-dic
Ingeniería de detalle	07-dic	279	11-sep
Compra de los equipos	07-dic	269	01-sep
Obra civil	07-mar	60	06-may
Montaje mecánico	01-sep	63	03-nov
Montaje eléctrico	03-nov	29	02-dic
Puesta en marcha	02-dic	40	11-ene
Inicio proyecto	07-oct		43745,00
Fin proyecto	11-ene		44207,00
Duración		462	

