
Comparación del consumo de una estufa alimentada con diferentes tipos de biomasa para calefaccionar una vivienda única familiar tomada como referencia

Agostina L. Quicchi

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco., Argentina
aquicchi@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Santiago César

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco., Argentina
sceszar@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Gerardo D. Szwarc

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco., Argentina
gszwarc@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Diego M. Ferreyra

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco., Argentina
dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

Mariana Bernard

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco., Argentina
mbernard@sanfrancisco.utn.edu.ar

Hugo A. Pipino

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco., Argentina
hpipino@sanfrancisco.utn.edu.ar

Ingenio Tecnológico

vol. 6, e053, 2024
Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
ISSN-E: 2618-4931
ingenio@frlp.utn.edu.ar

Recepción: 25 noviembre 2024
Aprobación: 23 diciembre 2024

Resumen: Durante los últimos años, se están realizando distintas acciones para contribuir hacia una transición energética sustentable y sostenible en el tiempo. En este contexto, la biomasa es el recurso más accesible para su aprovechamiento de manera directa, y es una de las fuentes renovables más confiable ya que se puede almacenar, lo que favorece su conversión en energía térmica y eléctrica. En el caso de la calefacción residencial, la biomasa sólida utilizada actualmente en el mundo suele estar en la forma tradicional de leña o carbón vegetal, y queda aún mucho margen para implementar soluciones más modernas. En Argentina, el panorama es similar, ya que, si bien existen distintos tipos de biomasa lignocelulósica que puede destinarse para generar energía; como, residuos agrícolas, especies de crecimiento natural y cultivos energéticos, estos recursos están subaprovechados para la generación de energía. El enfoque de este trabajo está puesto sobre la generación de energía térmica a partir de biomasa, con el objetivo principal de estimar el consumo para calefacción residencial. Para este análisis, se adopta un prototipo de vivienda como modelo para realizar los cálculos, y se propone el uso de pélets de diferente composición y poder calorífico según la región analizada.

Palabras clave: biomasa, energía térmica, pélets, calefacción, energía renovable.

Abstract: In recent years, several actions have been carried out to contribute to a sustainable and long-lasting energy transition. In this context, biomass is the most accessible resource for direct use, and it is one of the most reliable renewable sources because it can be stored, which favors its conversion into thermal and electrical energy. In the case of residential heating, the solid biomass currently used in the world is often in the traditional form of wood or charcoal, and there is still much scope for implementing more modern solutions. In Argentina, the situation is similar, because, although there are different types of lignocellulosic biomass that can be used to generate energy, such as agricultural residues, naturally growing species and energy crops, these resources are underused for energy generation. The focus of this work is on the generation of thermal energy from biomass, with the main objective of estimating the consumption for heating. For this analysis, a housing prototype is defined as a

model for the calculations, and pellets of different composition and calorific value is proposed according to the region analyzed.

Keywords: biomass, thermal energy, pellets, heating, renewable energy.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la sociedad a través del tiempo está directamente relacionado con el acceso a la energía en sus distintas formas. Sin embargo, el incremento en la demanda energética fue provocando un aumento desmedido en la emisión de los gases de efecto invernadero como consecuencia del uso de combustibles fósiles. Esto lleva a la necesidad actual de buscar fuentes de energía más limpias y renovables, por lo que es imprescindible cambiar las formas de producción y consumo de energía hacia el 2050, para lograr una transición energética segura y asequible implementando nuevas tecnologías con fuentes renovables (IEA, 2020).

La biomasa es el recurso más accesible para su aprovechamiento de manera directa, por lo que representa una alternativa energética interesante, ya que es posible obtener gran variedad de productos, como biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos para cubrir distintas necesidades. Por eso, en los últimos años, el uso de biomasa con fines energéticos es considerado dentro de la agenda internacional en el marco de la transición hacia fuentes de energía renovable (Manrique, 2022).

Argentina tiene condiciones favorables para la explotación sostenible de los recursos derivados de la biomasa lignocelulósica, dentro de los cuales se encuentran cultivos energéticos, residuos agrícolas y especies de crecimiento natural. Sin embargo, a pesar de la gran disponibilidad de biomasa, actualmente los recursos están subaprovechados (Denaday, 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar las necesidades energéticas de calefacción de una vivienda. Para este estudio, se estima el consumo de biomasa en una estufa que se alimenta con pélets obtenidos a partir de distintos tipos de biomasa disponible en la región. Es importante destacar que la “región” considerada abarca al menos un radio de unos 250 km en torno a la ciudad de San Francisco, ubicada en el límite entre las provincias de Córdoba y Santa Fe. Ambas provincias pertenecen a la denominada Región Centro de Argentina, con abundante disponibilidad de biomasa y, en realidad, las variedades agropecuarias tienen una extensión geográfica mucho mayor en el país.

Los sistemas de calefacción con biomasa son una alternativa sostenible y eficiente ya que su uso como combustible es neutral en carbono; por lo tanto, el carbono liberado en la combustión es el mismo que se absorbe en el crecimiento de la biomasa (Hernández, et ál., 2020). Además, son más eficientes con respecto al costo de funcionamiento y satisfacción de los usuarios entendiendo a este tipo de sistema como una inversión a mediano y largo plazo (Fernández, 2007); (Guerra, 2015).

DESARROLLO

En el presente trabajo, se define un prototipo de vivienda que se toma como modelo para realizar los cálculos. Se propone el uso de pélets de distintos tipos de biomasa cuyo poder calorífico se determinó en trabajos anteriores (Balangione, et ál., 2022) (García, et al., 2022). La distribución de la casa que se toma como referencia corresponde a la tipología “Compañera I” del plan Procrear (Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Única Familiar).

En la Tabla 1, se presentan las características de las habitaciones y, en la Tabla 2, se detallan todas las aberturas de la vivienda (Ministerio de Economía, 2021).

Tabla 1
Descripción de las dependencias de la vivienda.

Instalaciones	Medidas (m)
Dormitorio	3,00 x 2,50
Cocina-comedor	4,50 x 4,00
Baño	2,00 x 1,50
Hall de acceso	1,00 x 0,82
Cochera descubierta	-

Tabla 2
Descripción de las aberturas de la vivienda.

Aberturas	Medidas (m)
Puerta exterior	0,90 x 2,05
Puerta ventana exterior	0,80 x 2,05
Ventana dormitorio	1,00 x 2,05
Ventana cocina	0,60 x 1,10
Ventana baño	0,60 x 1,25
Ventana living doble hoja	2,50 x 2,05
Puerta dormitorio	0,80 x 2,05
Puerta baño	0,80 x 2,05

Como se mencionó anteriormente para calefaccionar esta construcción, se propone el uso de pélets de biomasa. Como característica principal de los pélets, se adopta el poder calorífico inferior (PCI), que se obtiene mediante la ec. (1), donde PCS es el poder calorífico superior y G es el porcentaje en peso del agua formada por la combustión del H₂ del combustible más su humedad medida en kg de agua/kg de combustible. Además, el valor 2500 corresponde al calor de condensación del agua a 0 °C medido en kJ/kg de agua (Fernández, 2006).

$$PCI = PCS - 2500 \cdot G \quad (1)$$

En la Tabla 3, se pueden observar las distintas variedades de pélets obtenidos a partir de diferentes tipos de biomasa regional, como rastrojo de maíz, rastrojo de sorgo (especie *Sorghum saccharatum* variedad M81) y espartillo (*Spartina argentinensis*). Es importante mencionar que el PCS y otras características de la biomasa se determinaron en trabajos anteriores, llegando a la conclusión de que estos pélets tienen buen poder calorífico, muy similar al del aserrín de *Pinus radiata*, una variedad de pino de uso frecuente, que se utiliza como patrón de referencia (Balangione, et ál., 2022); (García, et ál., 2022).

Tabla 3
Variedades de pélets de biomasa regional. Características

Tipo de pélet	G (kg agua/kg de combustible)	PCI (kJ/kg)	PCS (kJ/kg)
Aserrín <i>Pinus radiata</i>	0,508	16 530,00	17 800,00
Espartillo	0,524	17 077,87	18 390,00
Rastrojo de maíz	0,407	15 294,86	16 470,00
<i>Sorghum saccharatum</i> variedad M81	0,464	15 229,00	16 390,00

Luego de definir el tipo de vivienda y la variedad de pélets por utilizar, se cuantifican las pérdidas de energía en régimen permanente en forma de calor para el modelo propuesto, expresadas en unidades de potencia (W). Para el cálculo total, se consideran las pérdidas de calor por conducción y convección (\dot{Q}_c) y por renovación e infiltración de aire (\dot{Q}_{inf}). De esta manera, el cálculo de la cantidad total de pérdidas de calor en la vivienda se obtiene mediante la ec. (2).

$$\dot{Q}_{p\acute{e}rdida\ total} = \Sigma \dot{Q}_c + \Sigma \dot{Q}_{inf} \quad (2)$$

Primero se calculan las pérdidas de energía por conducción y convección en cada una de las secciones, es decir que se estima un valor de \dot{Q}_c para las paredes, las aberturas exteriores (puertas y ventanas), el techo, y el suelo a partir de la ec. (3). En el caso del suelo, se considera un 10% de pérdidas del total que corresponde a la $\Sigma \dot{Q}_c$ para las paredes, las aberturas y el techo (IRAM 11601, 2002).

$$\dot{Q}_c = K \cdot A \cdot \Delta T \quad (3)$$

donde K: transmitancia térmica (W/m² K)

A: área de cada superficie considerada (m²)

ΔT : diferencia de temperatura (K), es decir, temperatura exterior menos temperatura interior.

El valor de la transmitancia térmica (K) depende de los materiales de construcción que se seleccionen y de la manera en que se disponen en la construcción. En este trabajo, se toman como referencia los valores que establece la norma IRAM 11601. La transmitancia térmica se define como la inversa de la resistencia térmica total de aire a aire (R_T), por lo tanto, el valor de K se obtiene a partir de la ec. (4) y, para calcular el valor de R_T , se aplica la ec. (5).

$$K = 1 / R_T \quad (4)$$

$$R_T = R_{Si} + R_{Se} + R_t + \sum \frac{e}{\lambda} \quad (5)$$

donde R_{Si} : resistencia térmica superficial interior ($m^2 K/W$)

R_{Se} : resistencia térmica superficial exterior ($m^2 K/W$)

R_t : resistencia térmica total de superficie a superficie ($m^2 K/W$)

e : espesor (m)

λ : conductividad térmica ($W/m K$)

Es importante mencionar que R_{Se} y R_{Si} son dos resistencias térmicas superficiales asociadas con la influencia de las capas límite externa e interna, establecida por la radiación y la convección natural del aire en contacto con las superficies. Estas resistencias varían según muchos parámetros dependientes de las superficies, como la emisividad, la velocidad y la temperatura del aire. Para simplificar los cálculos, se tomaron valores constantes para R_{Se} y R_{Si} según la Tabla 2 de la norma IRAM 11601 (Resistencias Superficiales). Además, los valores de λ dependen de los distintos materiales y se encuentran en la Tabla A.1 de la misma norma (Conductividades térmicas). De igual manera, se obtienen los valores de R_t a partir de la Tabla A.2 de la IRAM 11601 (Resistencia térmica de mampostería y bloques cerámicos). Estos valores no incluyen el revestimiento de las superficies, ni las resistencias térmicas superficiales y corresponden a un flujo de calor en dirección horizontal. Además, constituyen promedios orientativos, no especificándose por ello espesores de paredes y de cámaras de aire.

El valor de área (A) que figura en la ec. (3) se calcula para el techo, las aberturas y las paredes teniendo en cuenta las medidas de la Tabla 2 de este trabajo y se considera un techo plano con una altura de 2,60 m medida desde el suelo.

En la Fig. 1 se observa el prototipo de vivienda con las medidas y, en la Tabla 4, se encuentra el cálculo de área de cada sección.



Figura 1
Tipología de la casa
(Ministerio de Economía, 2021)

Tabla 4
Cálculo de área de cada sección

Sección	Área (m ²)
Paredes	2 x (L1 + L2) x 2,60 - área de aberturas
Techo	33,05 (del modelo Procrear)
Puertas (exteriores)	Cantidad x alto x ancho
Ventanas	Cantidad x alto x ancho

Por último, para obtener el valor de la diferencia de temperatura (ΔT) en la ec. (3), se considera una temperatura exterior promedio de los meses más fríos del año, tomando como referencia el período que abarca desde el 15 de mayo hasta el 15 de septiembre. En cambio, para la temperatura interior, se establece un valor fijo de 293,15 K (20 °C).

Luego de realizar el cálculo estimativo del valor de \dot{Q}_e con la ec. (3), se evalúan las pérdidas de energía por renovación e infiltraciones involuntarias de aire mediante la ec. (6). Se entiende por infiltración al paso de aire a través de los intersticios de un edificio, como, por ejemplo, la unión de cerramientos y marcos de ventanas (Cengel et al., 2015).

$$\dot{Q}_{inf} = \dot{m} \cdot \Delta h \quad (6)$$

donde \dot{m} : flujo másico de aire (kg/s)
 Δh : variación de entalpía específica del aire (kJ/kg)

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot v \quad (7)$$

donde ρ : densidad = 1,20 kg/m³ corresponde a una temperatura ambiente de 20 °C y una presión de 1 atm

A: área (m²)

v: velocidad (m/s)

Teniendo en cuenta que el producto del área por velocidad se define como caudal volumétrico (\dot{V}) en la ec. (7), entonces, el flujo másico, puede reemplazarse por el producto del caudal volumétrico del aire infiltrado medido en m³/s y la densidad (ρ) medida en kg/m³ tal como se expresa en la ec. (8) (Cengel et ál., 2015). Se multiplica por 1000 para ajustar unidades.

$$\dot{Q}_{inf} = \rho \cdot \dot{V} \cdot \Delta h \cdot 1000 \quad (8)$$

El caudal de aire que ingresa por las aberturas se establece por ensayos y depende de las características constructivas, del grado de hermeticidad y de la velocidad del viento que incide sobre esas aberturas. Como en general no se dispone de esa información, se estima el valor del \dot{V} de manera práctica mediante el método de las renovaciones horarias considerando la cantidad de veces que es necesario renovar su volumen por hora (Quadri, 2008). Como el caudal volumétrico en términos prácticos se en m^3/h se obtiene a partir de la ec. (9) y se divide por 3600 para ajustar unidades.

$$\dot{V} = \Sigma (V \cdot n / 3600) \quad (9)$$

donde V: volumen de aire de cada habitación (m^3)

n: número de renovaciones de aire por hora

Para el dormitorio y el baño, se toma como referencia un valor de $n = 1,50$ y para la cocina comedor un valor de $n = 2$ (Quadri, 2008). Por otro lado, para obtener la variación de entalpía de la ec. (8) se utiliza el diagrama psicrométrico teniendo presente las consideraciones que se mencionan a continuación.

Primero se define un valor inicial de la humedad relativa del aire teniendo en cuenta un porcentaje promedio de la región, por ejemplo, para la zona comprendida entre las provincias de Córdoba y Santa Fe, se adopta un valor aproximado del 70 % para el período de análisis que corresponde a los meses más fríos del año, de mayo a septiembre (Ministerio de Defensa, 2010).

Luego, para la temperatura exterior, se toma como referencia un valor promedio de temperatura de bulbo seco de aproximadamente $12\text{ }^\circ\text{C}$ (Ministerio de Defensa, 2010). Además, se considera que el aire únicamente sufre un proceso de calentamiento, por lo que la humedad absoluta (ω) permanece constante alcanzando una temperatura de bulbo seco de $20\text{ }^\circ\text{C}$, que es la temperatura de calefacción que se quiere lograr en el interior de la vivienda. Esto permite obtener el valor final de entalpía de manera directa del diagrama.

A modo de ejemplo, en la Fig. 2 se muestra cómo se obtienen los valores de entalpía a partir del diagrama con los datos de humedad relativa (70 %), temperatura exterior ($12\text{ }^\circ\text{C}$) e interior ($20\text{ }^\circ\text{C}$) sabiendo que el valor de la ω permanece constante. Las líneas de color azul permiten leer el valor de entalpía inicial a $12\text{ }^\circ\text{C}$ y 70 % de humedad relativa que, en este caso, es de unos 28 kJ/kg de aire seco.

Luego, como la ω no varía es posible moverse en línea recta por el diagrama tal como se representa en color naranja hasta alcanzar una temperatura de bulbo seco de $20\text{ }^\circ\text{C}$. Allí se lee un valor aproximado de entalpía final, que para este ejemplo es de 36 kJ/kg de aire seco.

Finalmente, a partir de la ec. (2) se obtiene un valor estimado de la pérdida total de energía de la vivienda.

Sin embargo, aunque en este cálculo se desprecia la evolución temporal de $\dot{Q}_{\text{calentamiento}}$, es factible considerar la vivienda como un sistema concentrado, es decir que se puede despreciar el gradiente de temperatura en su interior. Así, se puede determinar su constante de tiempo partiendo de la siguiente expresión (Cengel, et ál., 2012):

$$b = \frac{\dot{Q}_{\text{mantenimiento}}}{\rho \cdot c_p \cdot V \cdot \Delta T} \quad (11)$$

El recíproco de b es la constante del tiempo del sistema, que se expresa en segundos y representa cuánto tiempo transcurre para que la elevación de la temperatura del aire interior respecto del exterior sea un 63 % del ΔT total. Por ejemplo, para la vivienda presentada en las condiciones propuestas ($\rho = 1,20 \text{ kg/m}^3$ y $V = 74,1 \text{ m}^3$ y $c_p = 1005 \text{ kJ/kg K}$), con una temperatura interior objetivo de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y una exterior de $12 \text{ }^\circ\text{C}$, puede obtenerse un valor de $b = 0,0026968 \text{ 1/s}$ a partir de la ec. (11). Al calcular la inversa de b se obtiene un valor de la constante de tiempo de aproximadamente 371 segundos, que corresponde al tiempo que tarda el aire interior en superar un 63 % del ΔT total. Dado que para este cálculo se desprecia el efecto de las infiltraciones para ese tiempo tan breve, se deja de lado la diferencia entre el calentamiento y el enfriamiento de la vivienda, teniendo en cuenta que el primero lleva más tiempo.

Finalmente, con el modelo de estufa seleccionado y teniendo en cuenta los distintos tipos de pélets con sus respectivos PCI, se estimó el caudal másico necesario para calefaccionar la vivienda mediante la ec. (12).

$$\dot{Q}_{\text{generado}} = \dot{m}_{\text{pelet}} \cdot \text{PCI} \cdot \eta_{\text{tér-estufa}} \quad (12)$$

Es importante destacar que el rendimiento térmico de la estufa ($\eta_{\text{tér-estufa}}$) depende de su modelo, por ejemplo, la marca Eco Smart modelo Plus Burdeo tiene una eficiencia del 89 % (Bosca, 2018) y el PCI medido en kJ/kg de combustible representa la cantidad útil de calor o la energía aprovechable, sin considerar la energía de condensación del agua y otros procesos de pequeña importancia.

Finalmente, con el modelo de estufa seleccionado y teniendo en cuenta los distintos tipos de pélets con sus respectivos PCI, se estimó la masa necesaria por unidad de tiempo para calefaccionar la vivienda mediante la ec. (12).

RESULTADOS

En la Fig. 3, se observa la tipología de la vivienda que se fija en el modelo descrito en las secciones previas.

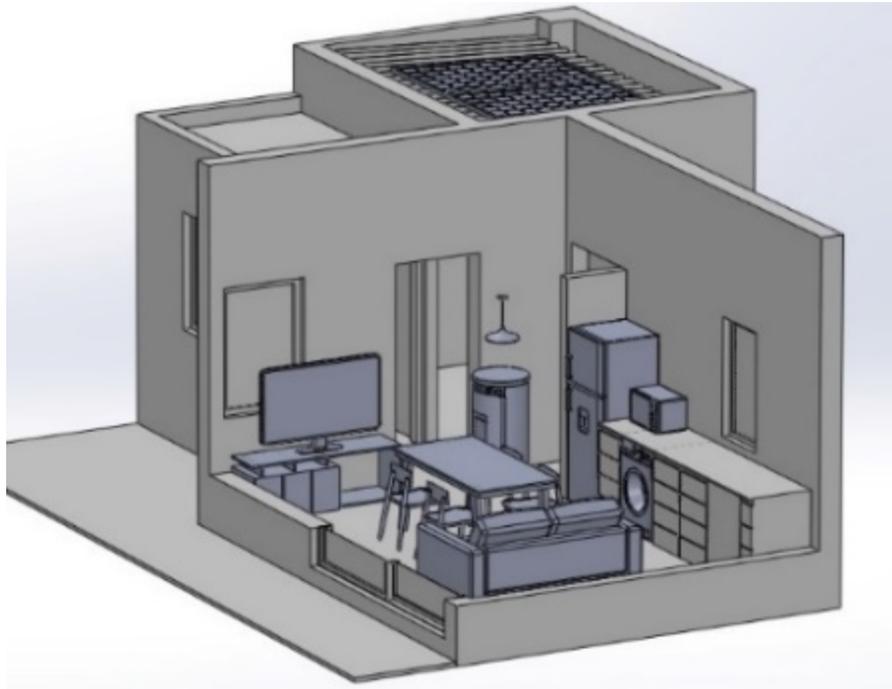


Figura 3
Disposición preliminar de la vivienda considerada.
Elaboración propia.

En las Fig. 4 a 7, como casos de prueba, se evidencia el consumo de pélets obtenido a partir de los cálculos realizados distintos tipos de biomasa. Se toma como referencia a la madera del *Pinus radiata*, una especie de pino muy común cuyo PCI es de 16 530 kJ/kg. De esta manera, es posible demostrar que la cantidad de pélets consumidos depende del PCI de la biomasa correspondiente. En este caso, considerando una temperatura ambiente exterior de 12 °C, una humedad relativa del 60 %, una temperatura objetivo de 20 °C (temperatura interior de la vivienda que se desea alcanzar) y una estufa con un rendimiento del 90 %, se consumen aproximadamente 3,73 kg de pélets de madera de pino para calefaccionar la vivienda durante 8 h. Para los pélets derivados de Espartillo, el consumo de biomasa es aún menor ya que tiene un PCI mayor que el del *Pinus radiata*.

Por otro lado, resulta interesante mencionar que en el caso de los pélets provenientes de rastrojo de maíz y de rastrojo de sorgo (*Sorghum saccharatum* variedad M81), el consumo aumenta, siendo necesario utilizar aproximadamente 300g más de biomasa para calefaccionar la vivienda en las mismas condiciones.

Además, se observa que, para alcanzar una temperatura interior de 19,70 °C, cuyo valor es muy cercano a la temperatura interior objetivo (20 °C), se requiere un tiempo de aproximadamente 20 min.

Calculadora Biomasa

Ambiente	Estufa
Humedad relativa 60 %	Rendimiento de la estufa 90 %
Temperatura exterior 12 °C	Horas de uso por día 8 h
Temperatura interior deseada 20 °C	Tipo de pélets Madera de pino

Necesita **3.73kg** de pélets.

Tras **20 minutos**, la habitación tendría una temperatura de **19.7°C**.

Figura 4
Resultados obtenidos para madera de pino.
Elaboración propia.

Calculadora Biomasa

Ambiente	Estufa
Humedad relativa 60 %	Rendimiento de la estufa 90 %
Temperatura exterior 12 °C	Horas de uso por día 8 h
Temperatura interior deseada 20 °C	Tipo de pélets Sorghum Saccharatum M81

Necesita **4.05kg** de pélets.

Tras **20 minutos**, la habitación tendría una temperatura de **19.7°C**.

Figura 5
Resultados obtenidos para *Sorghum saccharatum* variedad M81.
Elaboración propia.

Calculadora Biomasa

Ambiente	Estufa
Humedad relativa 60 %	Rendimiento de la estufa 90 %
Temperatura exterior 12 °C	Horas de uso por día 8 h
Temperatura interior deseada 20 °C	Tipo de pélets Espartillo

Necesita **3.61kg** de pélets.

Tras **20 minutos**, la habitación tendría una temperatura de **19.7°C**.

Figura 6
Resultados obtenidos para espartillo.
Elaboración propia.

Ambiente	Estufa
Humedad relativa 60 %	Rendimiento de la estufa 90 %
Temperatura exterior 12 °C	Horas de uso por día 8 h
Temperatura interior deseada 20 °C	Tipo de pélets Rastrojo de maíz

Necesita **4.03kg** de pélets.

Tras **20 minutos**, la habitación tendría una temperatura de **19.7°C**.

Figura 7
Resultados obtenidos para rastrojo de maíz.
Elaboración propia.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo, se sintetizaron los pasos necesarios para calcular la cantidad requerida de pélets de biomasa para calefaccionar una vivienda tipo según un diseño oficial, considerando las condiciones térmicas y estructurales propias de la región. La metodología propuesta incluye el análisis de la demanda energética térmica teniendo en cuenta las características constructivas de la vivienda, la temperatura promedio de la región y la eficiencia de los equipos de calefacción que se alimentan con biomasa.

Los datos meteorológicos que se utilizaron corresponden a la región de interés, ubicada dentro de la Región Centro de Argentina permitiendo adaptar las estimaciones a las condiciones locales.

De esta manera, se busca fomentar la adopción de este tipo de sistemas como una alternativa de calefacción sustentable en contextos residenciales, promoviendo el aprovechamiento de los recursos locales y fortaleciendo la transición hacia fuentes de energía renovable.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (Argentina) y la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) por financiar el proyecto “Divulgación y promoción de la generación distribuida con energías renovables entre estudiantes, usuarios y referentes de San Francisco y la región” presentado en la convocatoria 2022/2023 del Programa Jóvenes en Ciencia, en cuyo contexto se enmarca el presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- Balangione, A; et. ál (2022). Obtención de pellets híbridos de maíz/espartillo para la generación de energía. *Congreso de Investigaciones y Desarrollos En Tecnología y Ciencia. IDETEC*, 577–582.
- Bosca. (2018). Calefactor a pellet Eco Smart Plus Burdeo.
- Cengel, Y.; Boles. M. (2015). Análisis de masa y energía de volúmenes de control (Octava).
- Cengel Y.; Ghajar A. (2012). Transferencia de calor y masa (Cuarta).
- Denaday, F. et. ál (2020). Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina. In *Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina*. FAO. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/ca8764es>
- Fernández, J. (2007). *Energía de la Biomasa*. Recuperado de: <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2007/04/Cuadernos-energias-renovables-para-todos-biomasa-fenercom.pdf>
- Fernández J. (2006). Poder calorífico. *UTN Facultad Regional Mendoza - Máquinas Térmicas*.
- García, L; et. ál (2022). Gasificación autotérmica a escala banco a partir de biomasa residual proveniente de rastrojo de sorgo. *Encuentro Iberoamericano En Biomasa y Bioenergía*.
- Guerra Drien, J. P. (2015). Estudio y análisis comparativo de sistemas de calefacción en viviendas del proyecto inmobiliario Parque Torreones de la inmobiliaria Martabid, Valdivia, 107. Tesis de grado. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcid779e/doc/bmfcid779e.pdf>
- Hernández, S. C. A. et ál, (2020). Revalorización de residuos agrícolas para la producción de pellets combustibles en el estado de Querétaro. *Digital Ciencia UAQRO*, 13 (1) 36-45.
- IEA (Agencia Internacional de Energía). (2020). *Análisis y previsiones de las energías renovables hasta 2025*.
- Manrique, S. M. (2022). Actualidad, perspectivas y reflexiones en el uso de la biomasa con fines energéticos. *Ciencia e Investigación*, 72.
- Ministerio de Economía. (2021). Compañera I y II.
- Ministerio de Defensa. Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climáticas Normales. (2010). Recuperado de: https://datos.gob.ar/dataset?q=Estadisticas+clim%C3%A1ticas&groups=envi&sort=metadata_modified+desc
- Norma Argentina IRAM 11601, 52 (2002).
- Quadri, N. (2008). *Instalaciones de aire acondicionado y calefacción*. Librería y editorial Alsina.
- Quadri, N. (2009). *Instalaciones en Edificios*. Librería y Editorial Alsina.

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2664941008/2664941008.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Agostina L. Quicchi, Santiago César, Gerardo D. Szwarc,
Diego M. Ferreyra, Mariana Bernard, Hugo A. Pipino
**Comparación del consumo de una estufa alimentada con
diferentes tipos de biomasa para calefaccionar una
vivienda única familiar tomada como referencia**

Ingenio Tecnológico

vol. 6, e053, 2024

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

ingenio@frlp.utn.edu.ar

ISSN-E: 2618-4931



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**