



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS**



**“ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE
LEÑA, POR EL USO DE CONCENTRADORES SOLARES EN EL
CASERÍO DE LOS CORONADOS DEL DISTRITO DE
MOCHUMÍ EN EL PERÍODO DE AGOSTO A DICIEMBRE
DEL 2016”**

TESIS

**PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN
INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTOR:

Lic. FRANCISCO JOSÉ GUERRERO MENDOZA

ASESOR:

Dr. ARNULFO CIEZA RAMOS

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

“ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA, POR EL USO DE CONCENTRADORES SOLARES EN EL CASERÍO DE LOS CORONADOS DEL DISTRITO DE MOCHUMÍ EN EL PERÍODO DE AGOSTO A DICIEMBRE DEL 2016 ”

Lic. Francisco José Guerrero Mendoza

AUTOR

Dr. Arnulfo Cieza Ramos

ASESOR

Presentada a la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Para optar el Grado de: MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL.

APROBADO POR:

Dr. César Vargas Rosado

PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. Óscar Saavedra Tafur

SECRETARIO DEL JURADO

Dr. Henry Sánchez Díaz

VOCAL DEL JURADO

Febrero, 2019

DEDICATORIA

A mi hija Johana Del Milagro
y a mi esposa Corina Maribel
que me motivaron a culminar
el presente trabajo.

También a mis padres
Francisco y María Antonieta.

Y a mis hermanos María
Xenia, Jorge Fidel, José
Antonio.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Arnulfo Cieza Ramos por la orientación brindada y revisión cuidadosa del presente trabajo.

Al Magister Francisco García Roque por brindar sugerencias para mejorar el trabajo.

Al Ingeniero Guillermo Pisfil Uceda, por sus valiosos aportes al trabajo de investigación.

A los pobladores del Caserío Los Coronados, por facilitar que se ejecute el trabajo de investigación.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y CUADROS.....	7
RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN	14
I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	16
1.1. Ubicación.....	16
1.2. Características de vida.....	17
1.3. Cómo surge el problema	18
1.4. Cómo se manifiesta y que características tiene el problema.....	18
1.5. Metodología y procedimiento para la recolección de los datos.....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes del problema.....	21
2.2. Base teórica.....	22
2.2.1. Poder calorífico de los combustibles.....	22
2.2.2. Poder calorífico del algarrobo.....	22
2.2.3. Irradiancia e irradiación solar.....	22
2.2.4. Tipos de cocinas solares.....	23
2.2.5. La parábola.....	24
2.2.6. Teorema de Pappus.....	24
2.2.7. Centro de gravedad de un alambre.....	24
2.2.8. Longitud de una curva plana.....	25
2.2.9. Reflectancia de algunos materiales.....	25
2.2.10. Integración aproximada.....	25
2.2.11. La encuesta e instrumentos.....	25
2.2.12. El muestreo.....	26
2.2.13. Población del Caserío de Los Coronados.....	26
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1. Análisis e interpretación de los datos.....	27
3.2. Resultados.....	32
3.3. Discusión.....	33
IV. CONCLUSIONES.....	35
V. RECOMENDACIONES.....	36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

ANEXOS.....	40
-------------	----

LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y CUADROS

Figura N°01: Mapa de ubicación del Distrito de Mochumí, Provincia de Lambayeque.	16
Figura N°02: Mapa satelital de ubicación del Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí, Provincia de Lambayeque.	16
Figura N°03: Vista fotográfica del Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí, provincia de Lambayeque.	17
Figura N°04: Distribución de familias por consumo aproximado de leña por día, en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2014.	27
Figura N°05: Distribución mensual del consumo de leña de agosto a diciembre en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2014.	27
Figura N°06: Energía solar, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de $2,2 \text{ m}^2$ en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí para agosto a diciembre del año 2014.	28
Figura N°07: Distribución de familias por consumo aproximado de leña por día, en el Caserío de Los Coronado del Distrito de Mochumí del año 2015.	28
Figura N°08 Distribución mensual del consumo de leña de agosto a diciembre en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2015.	29
Figura N°09: Energía solar, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de $2,2 \text{ m}^2$ en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí de agosto a diciembre del año 2015.	29
Figura N°10: Distribución de familias por consumo aproximado de leña por día, en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2016.	30
Figura N°11: Distribución mensual del consumo de leña de agosto a diciembre en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2016.	30
Figura N°12: Energía solar mensual estimado, si se hubiera utilizado por	31

familia un concentrador solar de 2,2 m ² en el Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí de agosto a diciembre del año 2016.	
Figura N°13: Irradiación solar brindado por la NASA, para la ubicación del Caserío de Los Coronados.	58
Figura N°14: Irradiación solar brindado por la NASA, para la ubicación de la Estación Climatológica fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.	59
Figura N°15: Encuesta realizada, para determinar la cantidad de leña consumida durante el período agosto a diciembre del año 2014.	60
Figura N°16: Encuesta realizada, para determinar la cantidad de leña consumida durante el período agosto a diciembre del año 2015.	60
Figura N°17: Encuesta realizada, para determinar la cantidad de leña consumida durante el período agosto a diciembre del año 2016.	61
Figura N°18: Foto del Caserío de Los Coronados en el 2016.	61
Figura N°19: Foto de leña de algarrobo almacenada en un predio del Caserío de Los Coronados.	62
Figura N°20: Foto de leña de algarrobo con peso 8kg utilizado para cocinar los alimentos.	62
Figura N°21: Dibujo del paraboloide, con escala 1:20, utilizado en la construcción del concentrador solar.	62
Figura N°22: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.	63
Figura N°23: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.	64
Figura N°24: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.	64
Figura N°25: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.	64
Figura N°26: Foto del concentrador solar terminado con una olla de hierro de 10 cm de alto por 16,5cm de diámetro en el punto de concentración de los rayos solares.	65
Figura N°27: Foto del radiómetro Kipp& Zonen, colocado en campo abierto y que proporcionó la información de magnitud diferencia de potencial, el cual se registró con un microvoltímetro.	65
Figura N°28: Foto durante el registro por el microvoltímetro, de la	65

información entregada por el radiómetro Kipp& Zonen.

- Figura N°29: Foto en un predio del Caserío de Los Coronados, proceso de cocimiento de 300 g de huevos en un litro de agua, con una temperatura inicial de 26°C mediante un concentrador solar. 66
- Figura N°30: Foto donde se muestran los 300g de huevos cocidos, con 1 litro de agua a una temperatura final de 87°C en un tiempo de 29 minutos, mediante un concentrador solar. 66
- Figura N°31: Foto vigilando el cocimiento de 300g de huevos con 1 litro de agua e inicialmente utilizando 8kg de leña en el Caserío de Los Coronados. 67
- Figura N°32: Foto donde se observan los 300g de huevos cocidos en un 1 litro de agua, donde se consumió 4kg aproximadamente de leña de algarrobo, de los 8kg que se colocaron para cocinar. 67
- Figura N°33: Foto mostrando 100 gramos de pollo para su cocimiento mediante el concentrador solar, en las inmediaciones del Caserío de Los Coronados. 68
- Figura N°34: Foto mostrando además el agregado a la olla de 100gr verduras diversas (zapallo, apio, zanahoria, col), 100 g de papa y 50 g de fideo en 900 ml de agua, a una temperatura inicial de 27°C. 68
- Figura N°35: Foto de vigilancia del proceso de cocimiento en el concentrador solar de la sopa de verduras; que duró 2.5 horas a una temperatura final de 90°C. 68
- Figura N°36: Foto del proceso de cocimiento en el concentrador solar, de 180 g de pollo, 300g de arroz, agua 425 ml, aceite 2ml con ½ cucharada pequeña de sal a una temperatura inicial de 31°C, en las inmediaciones de la institución educativa del Caserío de Los Coronados. 69
- Figura N°37: Foto del cocimiento de los 180 g de carne de pollo, 300g de arroz, agua 425 ml, aceite 2ml con ½ cucharada pequeña de sal, mediante el concentrador solar en las inmediaciones de la institución educativa del Caserío de Los Coronados, a la temperatura de 103°C en tiempo de 1h. 69

Tabla N°01: Distribución proporcional de familias y el consumo aproximado de leña por día del Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí en el año 2014.	27
Tabla N°02: Distribución proporcional de familias y el consumo aproximado de leña por día del Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí en el año 2015.	28
Tabla N°03: Distribución proporcional de familias y el consumo aproximado de leña por día del Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí en el año 2016.	30
Tabla N°04: Distribución de la irradiación solar promedio por cada mes en la estación Climatológica Principal Fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, de los años 2012, 2013 y 2014.	40
Tabla N°05: Irradiación solar por día para los meses de agosto a diciembre del 2015; a partir de la medida de las irradiancia de las bandas actinométricas de la estación Climatológica Fundo el Ciénago de la universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.	41
Tabla N°06: Irradiación solar calculada mediante integración aproximada, para los meses de agosto a diciembre del 2016; a partir de la medida directa de la irradiancia; de las bandas actinométricas de la estación Climatológica Fundo el Ciénago de la universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, excepto las medidas directas realizadas en el Caserío de Los Coronados, con radiómetro, los días 29 de noviembre, 03, 26 y 31 de diciembre del 2016.	45
Tabla N°07: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y $W.h/m^2$, durante el 29 de noviembre del 2016.	49
Tabla N°08: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las	51

unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y W.h/m^2 , durante el 03 de diciembre del 2016.

Tabla N°09: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y W.h/m^2 , durante el 26 de diciembre del 2016.	54
Tabla N°10: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y W.h/m^2 , durante el 31 de diciembre del 2016.	57
Cuadro N°01: Factores de corrección para medidas de un actinógrafo de Robitzsch de la Estación Climatológica Fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.	40
Cuadro N° 02: Costos de los materiales utilizados para construir el concentrador solar y el soporte.	63

RESUMEN

En nuestro planeta el uso de energía no renovable está aumentando.

En el Perú los árboles, como el algarrobo, el hualtaco, entre otros, son explotados sin control, tendiendo a la extinción.

En el Caserío Los Coronados, la leña es utilizada para preparar los alimentos, calefacción, entre otros.

El problema es, ¿en cuanto se podría reducir el consumo de leña si se utilizaran concentradores solares en los hogares del Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí?. La hipótesis es, el uso de los concentradores solares de tipo parabólico, reduce el consumo de leña, en los hogares del Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí.

Se aplicaron encuestas para estimar el consumo de leña entre agosto a diciembre del 2014, 2015 y 2016.

Se diseñó, construyó un concentrador solar con materiales reciclados; el cual dirige los rayos solares hacia el punto focal, calentando las sustancias ubicadas en dicho punto.

Para medir la irradiancia solar, se utilizaron un piranómetro y microvoltímetro, los días 29 de noviembre, 03, 23 y 31 de diciembre del 2016; y las bandas actinométricas de la Estación climatológica Principal del fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, para los demás días de agosto a diciembre del 2014, 2015 y 2016; pues hay una diferencia de 0,2 y 0,06 grados en latitud y longitud respectivamente entre las dos localidades.

La irradiación de agosto a diciembre del 2014 y 2015 se calculó multiplicando el área de las bandas actinométricas por un factor de conversión y de corrección. Y la de agosto a diciembre del 2016 con la regla del trapecio.

Si se hubieran utilizado concentradores solares con características dadas, se hubiera podido reducir el consumo de leña entre agosto a diciembre del 2014, 2015 y 2016, en 19,9%, 20,7% y 27,5% respectivamente.

ABSTRACT

The use of nonrenewable energy is increasing in our planet.

In Peru the trees, like the carob, the hualtaco, among other ones, are exploited without control, tending to extinction.

At the village of “Los Coronados”, the firewood is used to prepare food, heating among other uses.

The problem is, how much the consumption of firewood would be decreased if it were used solar concentrators at the homes of the village “Los Coronados” of Mochumi's District? The hypothesis is, the use of the solar concentrators of parabolic type, reduce the consumption of firewood, at the homes of the village of “Los Coronados” of Mochumí's District.

Surveys were applied to estimate the consumption of firewood between August to December of 2014, 2015 and 2016.

A solar concentrator with recycled materials was designed and constructed which focuses the solar rays at the focal point, heating the substances located there.

In order to measure the solar irradiance, a pyranometer and microvoltmeter were used, the days November 29, 03, 23 and 31 of December, 2016; and the actinometric bands of the climatological Main Station of the farm “El Cienago” of the Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo for the rest of the days from August to December; 2015, 2014 and 2016, because there is a difference of 0,2 and 0,06 grades in latitude and length respectively between the two localities.

The irradiation from August to December, 2014 and 2015 was calculated by multiplying the area of the actinometric bands for a conversion and correction factor. And the irradiation from August to December, 2016 with the rule of the trapezoid.

If it had been used solar concentrators with given characteristics, it would have been able to reduce the consumption of firewood between August to December, 2014, 2015 and 2016, in 19,9 %, 20,7 % and 27,5 % respectively.

INTRODUCCIÓN

En el mundo un sector de la población cocina sus alimentos con leña, pues los habitantes de las zonas rurales la utilizan ya que es de fácil acceso.

En Colombia la población de la región de Usme asume que la leña, es un servicio brindado por el ecosistema, pues la deforestación es alarmante entre el 73% y 90%, como lo indican Sierra, Mejía y Guerrero (2011).

El Perú tiene gran variedad de árboles que son explotados sin control alguno, con tendencia a la extinción como por ejemplo el algarrobo, el hualtaco entre otros.

Torres, Agreda y Polo (2010), manifiestan que las poblaciones que se encuentran en situación de pobreza en el Perú, el 70% de la población utiliza la biomasa, y específicamente leña el 30% para cocinar los alimentos, contaminando el medio ambiente.

También Sánchez y Pasache (2013), indican que en Piura el 55,81% de los hogares usan leña y carbón, que provienen de la tala no controlada.

En la región Lambayeque como consecuencia de la tala ilícita se han perdido 20 000 hectáreas, de bosque entre Olmos, Motupe, Salas, Jayanca, Pítipo, Illimo y Mórrope, como lo sostiene Cuentas (2015).

En el Caserío, Los Coronados del Distrito de Mochumí, la combustión de la leña es utilizada para el preparado de alimentos, calefacción, entre otros, o también transformada en carbón con gran demanda en los restaurantes.

La energía por unidad de masa que se puede transferir con la madera se denomina poder calorífico, así Uceda (1980) determinó que el poder calorífico superior promedio para 20 especies de la Amazonía Peruana es de 4751 Kcal/Kg y que el valor mínimo es de 4621 kcal/kg y el máximo de 4885 kcal/kg; según Bueno (1987) este poder calorífico es de maderas de árboles latifoliados.

Pasache, Sánchez (2015), han señalado que el poder calorífico del algarrobo del Norte del Perú es aproximadamente de 4618 Kcal/kg.

La energía calorífica para cocer los alimentos también se puede obtener transfiriendo los rayos solares mediante concentradores solares, y como lo sostiene Urkiola (2014), una cocina solar parabólica dirige los rayos solares hacia un punto

de concentración los cuales inciden en las sustancias que se coloquen para su cocimiento.

El trabajo realizado, tiene como objetivo general, estimar la reducción del consumo de leña por el uso de concentradores solares en el caserío de Los Coronados en el Período de agosto a diciembre del 2016, y los objetivos específicos son: determinar la cantidad de leña consumida en los períodos agosto a diciembre del 2014 - 2016 en los hogares del Caserío Los Coronados del Distrito de Mochumí; construir concentradores solares de tipo parabólico de bajo costo y determinar la energía que se puede transferir para la cocción de alimentos en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Ubicación

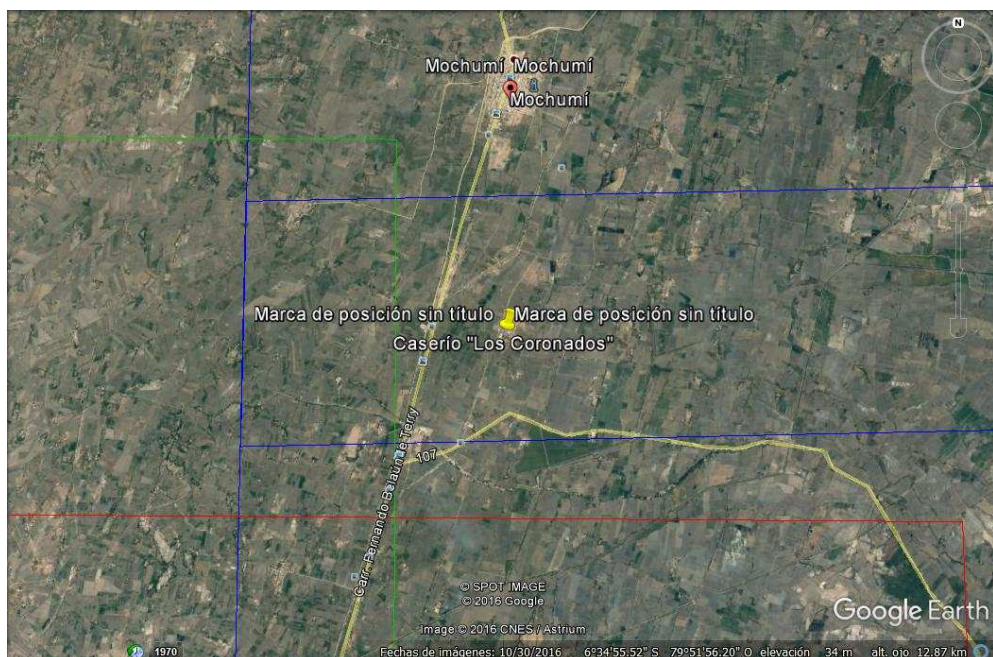
El presente estudio se desarrolló en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí, Provincia de Lambayeque, Región Lambayeque, cuya ubicación geográfica es, latitud Sur: $6^{\circ} 34' 55.3''$ S (6,5820), longitud Oeste: $79^{\circ} 51' 56.5''$ W (-79,8656), altitud: 17.87 msnm; Huso horario: UTC-5; y como lo sostiene Espinoza (2011) cuenta con 83 viviendas.

Figura N°01: Mapa de ubicación del Distrito de Mochumí, Provincia de Lambayeque



Fuente: Google 2017

Figura N°02: Mapa satelital de ubicación del Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí, Provincia de Lambayeque



Fuente: Google Earth 2017

De acuerdo con Tineo (2015), los límites son, al norte con el predio de Don Manuel Purizaca Damián y Augusto Santisteban Zavala, al sur con el predio de Don Rómulo Coronado Purizaca y de Don Gerardo Coronado Inga, al este con los predios de Próspero Coronado Purizaca y Sebastiana Coronado Purizaca, al oeste con el predio de Luis Santisteban Coronado y el de Luis Santisteban Farroñan. El recorrido desde Lambayeque hasta el Caserío de Los Coronados es de aproximadamente 18 kilómetros.

Desde la posición del centro poblado Punto Cuatro hasta el caserío Los Coronados hay una trayectoria de aproximadamente 4 kilómetros.

1.2 Características de vida.

La población de Los Coronados trabaja en agricultura del arroz, algodón, maíz, frejol, en la ganadería. Y en las chacras colindantes, el riego se realiza con el agua procedente del canal Taymi.

La población consume agua de pozo a través de cañerías, y la mayoría tienen en sus domicilios energía eléctrica. Tineo (2015)

Figura N°03: Vista fotográfica del Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí, provincia de Lambayeque.



Fuente: Tineo (2014)

1.3 Cómo surge el problema

El problema surge porque en el mundo y específicamente en nuestro país, se recurren a las energías llamadas no renovables, pues la materia que se utiliza, no se recupera tal como el petróleo, carbón de piedra, gases; entre otras sustancias como la biomasa, constituido por plantas, animales y sus desechos.

En la zona rural como en el Caserío, de Los Coronados del Distrito de Mochumí, la combustión de la leña es utilizada para el preparado de alimentos, calefacción, etc., o también transformada en carbón el cual tiene gran demanda también en los restaurantes.

1.4 Cómo se manifiesta y que características tiene el problema

La tala no controlada de árboles por su madera, tiende a convertirse en recurso natural, no autosostenible.

En el Perú existen gran variedad de árboles, los cuales son explotados sin control alguno, con tendencia a su extinción como por ejemplo en la región Lambayeque el algarrobo, hualtaco, entre otros.

1.5 Metodología y procedimiento para la recolección de los datos

Se realizó la ubicación del Caserío de Los Coronados mediante un sistema de posicionamiento global (GPS).

La entrevista de acercamiento fue realizada en el mencionado Caserío, para dar a conocer el estudio.

Se presentó una solicitud al teniente Gobernador del Caserío de Los Coronados, para realizar dicho trabajo de investigación, el cual emitió una constancia facilitando la ejecución en su jurisdicción.

Se aplicó encuestas estructuradas para estimar el consumo de leña de los períodos agosto a diciembre del 2014, 2015 y 2016. Para cada período se estableció la muestra recurriendo a las tablas de números aleatorios. Se realizó la inferencia respectiva a la población del consumo de leña.

Entonces se realizó lo siguiente, para el 2014, con la población de 83 familias, confianza del 95%, error de 0,05, fórmula para la muestra $n = \frac{NZ^2 \cdot p \cdot q}{Nd^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$,

se determinó que $(9/80) \cdot 83 \approx 9$ familias consumieron aproximadamente 4 kg de leña diariamente, donde la proporción utilizada fue de 9/80, la muestra mínima de 54; y $(48/80) \cdot 83 \approx 50$ familias consumieron aproximadamente 8 kg de leña diariamente, donde la proporción fue de 48/80, la muestra mínima de 68; y que $(23/80) \cdot 83 \approx 24$ familias consumieron aproximadamente 12 kg de leña cada día; cuya proporción obtenida fue 23/80 y la muestra mínima de 66 familias.

Para el 2015, con la población de 83 familias, confianza del 95%, error de 0,05, se obtuvo que $(24/80) \cdot 83 \approx 25$ familias consumieron aproximadamente 4 kg de leña diariamente cuya proporción utilizada fue de 24/80, la muestra mínima de 66; también $(43/80) \cdot 83 \approx 45$ familias consumieron aproximadamente 8 kg de leña diariamente, donde la proporción fue de 43/80, la muestra mínima de 68; además $(13/80) \cdot 83 \approx 13$ familias consumieron aproximadamente 12 kg de leña cada día, donde la proporción fue 13/80, y la muestra mínima de 59 familias.

En el 2016, para la población de 83 familias, nivel de confianza del 95%, error de 0,05 se determinó que $(28/70) \cdot 83 \approx 33$ familias consumieron aproximadamente 4 kg de leña cada día, donde la proporción utilizada fue de 28/70, la muestra mínima de 68; y $(34/70) \cdot 83 \approx 40$ familias consumieron aproximadamente 8 kg de leña diariamente, cuya proporción fue de 34/70, la muestra mínima de 68; además $(8/70) \cdot 83 \approx 10$ familias consumieron aproximadamente 12 kg de leña cada día, cuya proporción utilizada fue de 8/70, y la muestra mínima de 54 familias.

Se determinó la energía transferida por la leña, y considerando el poder calorífico aproximado de 4618 kcal/kg para madera de algarrobo según Pasache y Sánchez (2015).

Se diseñó y construyó un concentrador solar de tipo parabólico, con material reciclado, cuyas características siguientes: diámetro 150 centímetros, longitud del vértice al punto focal igual a 35 cm de longitud, profundidad de 40 centímetros, con superficie reflectante de mylar aluminizado.

En el Caserío de Los Coronados con ubicación: latitud sur: $6^{\circ} 34' 55.3''$ S (6,5820), longitud oeste: $79^{\circ} 51' 56.5''$ W (-79,8656), altitud 17,87m.s.n.m del Distrito de Mochumí, se realizó la medición cada cinco minutos aproximadamente de la irradiancia solar los días 29 de noviembre, 03, 26 y 31 de diciembre del 2016 con

un piranómetro marca KIPP&ZONEN con sensibilidad de $12.17 \times 10^{-6} \text{V/Wm}^{-2}$; cuya medida directa de diferencia de potencial se realizó con un voltímetro digital y para obtener cada dato de la irradiancia solar correspondiente, se dividió esta lectura por $12.17 \times 10^{-6} \text{V/Wm}^{-2}$.

Se dispuso de la información de irradiancia solar de las bandas actinométricas de agosto a diciembre de los años 2014, 2015 y 2016; registrado por un actinógrafo en la estación Climatológica Principal Fundo “El ciénago” cuya ubicación geográfica es latitud Sur: $6^{\circ} 49'$ (-6.82), longitud Oeste: $79^{\circ} 55'$ (-79.92), altitud: 18 m.s.n.m.

Se utilizó un planímetro para medir directamente por día las áreas en centímetros cuadrados de las bandas actinométricas, que multiplicadas por el factor de 1200 W.h/m^2 se obtuvo los datos de la irradiación diaria para los períodos de agosto a diciembre de los años 2014 y 2015. Para el período agosto a diciembre del 2016 se realizó la lectura directa de la irradiancia de las bandas actinométricas y los intervalos de tiempo correspondientes a cada cuarto de hora aproximadamente; y para calcular la irradiación se realizó la integración aproximada mediante el método de la regla del trapecio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema.

El hombre desde que descubrió el fuego, siempre ha utilizado la energía transferida de la biomasa para el preparado de sus alimentos, calentar el agua entre otros requerimientos.

Nandwani (2013) señaló que nuestro planeta Tierra tiene aproximadamente tres mil millones de habitantes y que utilizan leña para cocinar sus alimentos, cuyas consecuencias son adversas para la salud de los seres vivos y a nuestro planeta. (p.3).

Sierra, Mejía y Guerrero (2011), sostienen que en Colombia la población de la región de Usme asume que la leña, es un servicio brindado por el ecosistema, pues la deforestación es alarmante entre el 73% y 90% (p.31).

Torres, Agreda y Polo (2010), determinaron que de las poblaciones que se encuentran en situación de pobreza del Perú, el 70% de la zona rural utiliza la biomasa, y específicamente leña el 30% de la población, para el cocimiento de los alimentos y calentamiento; provocando la contaminación del medio ambiente con emisión de gases para el efecto invernadero (p.3).

Sánchez y Pasache (2013), manifiestan que “en la región Piura existen 389,685 de hogares de los cuales el 55.81% utilizan leña y carbón como combustible en sus cocinas proveniente de la tala ilícita depredando el bosque seco” (p.3).

Cuentas (2015), afirma también, que dado el valor económico de la leña y carbón “La prensa local reporta que se han perdido unas 20.000 hectáreas de bosque, entre Olmos, Motupe, Salas, Jayanca, Pítipo, Illimo y Mórrope (Velasquez, 2009; *RPP Noticias* 2011b)” (p.2).

En el Caserío, Los Coronados del Distrito de Mochumí, la combustión de la leña es utilizada para el preparado de alimentos, calefacción, entre otros, o también transformada en carbón con gran demanda en los restaurantes.

2.2. Base teórica.

2.2.1. Poder calorífico de los combustibles.

Mayorga, Quintanilla, Huapaya y Cárdenas (2014). Afirman que cuando se queman los combustibles, el carbono e hidrógeno que contienen, se combinan con el oxígeno del aire generando dióxido de carbono y vapor de agua; y el poder calorífico, es la energía transferida por un kilogramo o de un metro cúbico de combustible durante su oxidación completa, cuyos productos se enfrían hasta la temperatura inicial de la mezcla de aire y combustible, donde el vapor de agua puede condensarse totalmente, parcialmente o permanecer sin cambio de estado. Denominándose poder calorífico superior (PCS), a la transferencia de energía de un kilo de combustible, cuando el vapor de agua generado en la combustión se condensa. Y poder calorífico inferior (PCI) a la transferencia de energía de un kilo de combustible, sin considerar la condensación del vapor de agua ya que esta es evacuada (p. 24).

Uceda (1980) en el estudio de Determinación del Poder Calorífico de 20 especies Forestales de la Amazonía Peruana, determinó que el valor mínimo del poder calorífico superior promedio de estas especies es de 4621 kcal/kg y el máximo es de 4885 kcal/kg (p.7).

Bueno (1987) afirmó que estas especies forestales de la Amazonía Peruana, corresponden a maderas de árboles latifoliados y considera que las maderas coníferas y resinosas tienen un poder calorífico superior de entre 5000 kcal/kg y 5300 kcal/kg (p.3).

2.2.2. Poder calorífico del algarrobo.

Pasache y Sánchez (2015), manifestaron a través de un cuadro comparativo de las características técnica de biocombustibles utilizados en la Región Piura del Perú, que el poder calorífico del algarrobo utilizado en la zona norte del Perú es aproximadamente 4618 kcal/kg, y que ha sido obtenido en los laboratorios de Análisis de muestras de la Universidad de la Molina (p. 1).

2.2.3. Irradiancia e irradiación solar.

Perpiñan (2012) señaló que la energía proveniente del sol se transfiere en el espacio en todas las direcciones. Pues de la irradiancia solar una parte llega a la

tierra, y esta tiene un valor representativo de 1367 W/m^2 cuyo promedio corresponde al límite superior de la atmósfera, adoptado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (p.25).

De acuerdo con Progenssa (2009), la radiación electromagnética que emite un cuerpo está en función a la temperatura, y como la temperatura efectiva en la superficie del sol es de 5600°C , la potencia por metro cuadrado o irradiancia que atraviesa a la atmósfera, llega al suelo con una magnitud de 1 kW por metro cuadrado aproximadamente (p.24).

Mayorga et al. (2014) afirmaron también, para el aprovechamiento de la energía solar, en el Perú se dispone desde el 2003 del Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas; pues en el Perú la irradiación solar diaria es de 4 kWh/m^2 a 7 kWh/m^2 con fluctuaciones del 20%. (p.86).

Loret, Quijandría, Gamarra, Campos, Eslava y Marca (2003) y Calle y Unsihuay (2004) indicaron que la irradiación solar global está conformada por la radiación incidente directa (procedente de los rayos del sol sin cambiar su dirección) y difusa (que procede de otras direcciones) sobre la superficie terrestre.(p.12).

Farfán (2104), señaló que en las mediciones de la irradiancia solar, con un instrumento denominado solarímetro, cuando no se dispone del equipo de registro específico, se puede utilizar un microvoltímetro para registrar la diferencia de potencial que proporciona el solarímetro.

2.2.4. Tipos de cocinas solares.

Nandwani, (2013) señaló que una alternativa para cocinar los alimentos es utilizar cocinas solares, las cuales son de tres tipos.

a) Cocina solar de enfoque.

Las cocinas solares de tipo enfoque o parabólica, en cuyo punto focal se colocan los alimentos a cocinar.

b) Cocina tipo caja.

La cocina tipo caja u horno solar, ésta dispone de un reflector o varios que dirigen la radiación solar a través de la única superficie transparente de la caja que contiene los alimentos que hay que cocinar.

c) Cocina de vapor.

Y la cocina de vapor, la cual recibe la radiación solar a través del colector que evapora el agua, el vapor es conducido hacia la cámara que contiene los alimentos a cocinar, y luego de la condensación el agua obtenida se reutiliza para producir sucesivamente vapor (p. 3).

Urkiola (2014) señaló, que en una cocina solar parabólica los rayos solares se dirigen hacia un punto de concentración o punto focal, los cuales inciden en un recipiente que los absorba generando calor para cocer los alimentos. (p.23).

2.2.5. La parábola.

La geometría de los concentradores de enfoque se basa en la sección cónica denominada parábola.

Thomas (1980), expresa que “una parábola es el lugar geométrico de los puntos de un plano que equidistan de un punto y de una recta dados. El punto dado se denomina foco de la parábola, y a la recta, directriz” (p 492).

Larson, Hostetler y Edwards (1995) indican que la forma canónica de la ecuación de la parábola con vértice (h,k) y directriz $y=k-p$ es $(x-h)^2=4p(y-k)$ Eje es vertical. Para la directriz $x=h-p$, la ecuación es $(y-k)^2=4p(x-h)$ Eje horizontal.

El foco está en el eje x a p unidades (distancia orientada) del vértice (p. 777).

2.2.6. Teorema de Pappus.

Taylor y Wade (1981) indicaron que mediante el teorema de Pappus que expresa que el área A obtenida por revolución de una curva L alrededor de una línea l , es igual al producto de la longitud de la curva L por la longitud de la circunferencia cuyo radio es la distancia desde la línea l hasta el centroide de la curva L ; donde L y la línea l o eje, están contenidos en un plano y no se intersectan, que se expresa como $A = 2 \cdot \pi \cdot L \cdot \bar{x}$ (p. 677).

2.2.7. Centro de gravedad de un alambre.

Beer, Johnston y Mazurek (2013) afirman, si la forma de un alambre de densidad uniforme, coincide con la de una curva, entonces el centro de gravedad del

alambre coincide con el centroide de la curva cuyas coordenadas \bar{x} e \bar{y} , se determinan de las ecuaciones $\bar{x} \cdot L = \int x \cdot dL$; $\bar{y} \cdot L = \int y \cdot dL$. (p.225).

2.2.8. Longitud de una curva plana.

Hibbeler (2010) expresa, que la longitud de una curva plana cualquiera L , se puede expresar como $L = \int_a^b \sqrt{1 + (y')^2} dx$, y el producto de la coordenada del centroide \bar{x} con la longitud L , es $\bar{x} \cdot L = \int_a^b x \cdot \sqrt{1 + (y')^2} dx$ (p.451).

2.2.9. Reflectancia de algunos materiales.

Echazú, Cadena y Saravia (2000), realizaron un estudio de la reflectancia de varios materiales, de los cuales encontraron que la mayor reflectividad corresponde al PVC blanco con un índice de reflexión de 0,871; el de menor reflectividad la tiene el acero con 0,572 y uno de los materiales por ejemplo fácil de manejar y moldear como el mylar aluminizado han encontrado un índice de reflexión de 0,833 aproximadamente (p.2).

Echazú et al. (2000), determinaron entre otros, el comportamiento espectral del mylar aluminizado que oscila alrededor de 0,833 para longitudes de onda de la luz visible de 400nm a 700nm aproximadamente (P.4).

2.2.10. Integración aproximada.

Thomas, (1980) indica que muchas veces se requiere realizar la integración de una magnitud, por lo que se puede recurrir a cálculos aproximados, como el de la regla de los trapecios pues si se requiere calcular la integral $\int_a^b f(x) dx$, hay que utilizar la aproximación:

$$I = 0,5(f(x_0) + f(x_1)) \cdot \Delta x + 0,5(f(x_1) + f(x_2)) \cdot \Delta x + \dots + 0,5(f(x_{n-1}) + f(x_n)) \cdot \Delta x$$

(p.257).

2.2.11. La encuesta e instrumentos.

Alvitres (2000) indicó que la encuesta “es la obtención de información de los sujetos de estudio, proporcionadas por ellos mismos, sobre, opiniones, actitudes o sugerencias sobre tópicos muy específicos” (p. 99).

Alvitres (2000) afirma que en un trabajo de investigación siempre hay que recolectar información de diversas variables; así en los trabajos de ciencias y

humanidades, se recurren a los métodos y técnicas. Así mismo manifiesta que las hojas de control son instrumentos, que permiten registrar información mediante la escritura simbólica (p.101).

2.2.12. El muestreo.

Díaz (1993) indicó que para poder representar a la población que tiene determinadas características, se recurre al muestreo, considerando lo que se requiera estimar como la media poblacional o la proporción poblacional.(p.53).

2.2.13. Población del Caserío de Los Coronados.

Espinoza (2011), considera la importancia de los censos de población y vivienda realizados, y para la región Lambayeque en el directorio de centros poblados, presenta resultados, como denominación de centros poblados, población nominalmente censada, número de viviendas, altitud, región; y expresó en el directorio que 83 son las viviendas o las familias del caserío de Los Coronados del distrito de Mochumí (p. 40).

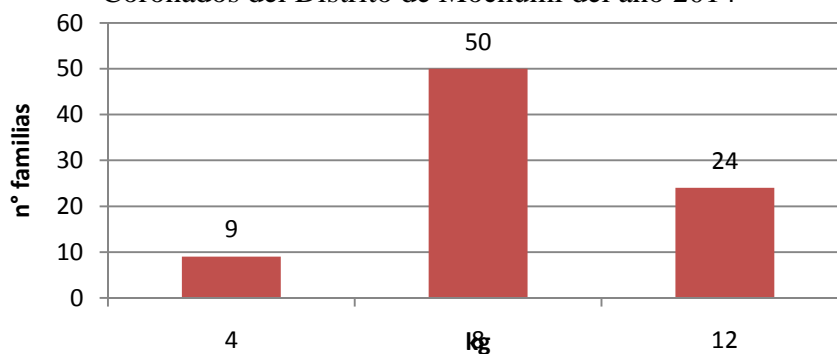
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis e interpretación de los datos.

Tabla N°01: Distribución proporcional de familias y el consumo aproximado de leña por día del Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí en el año 2014.

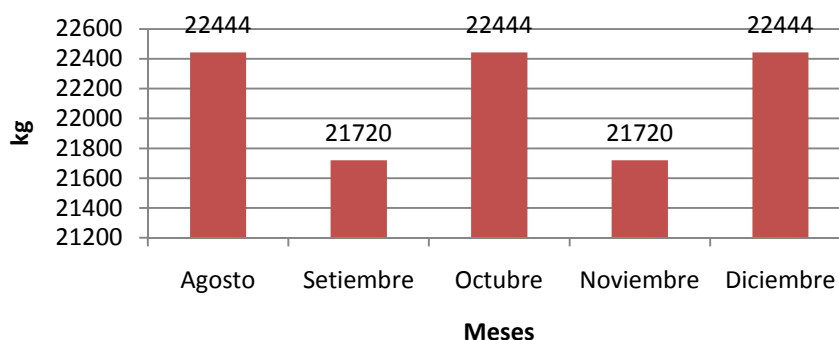
número de familias	Masa de la leña (kg)/día
9	4
50	8
24	12

Figura N°04: Distribución de familias por consumo aproximado de leña por día, en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2014



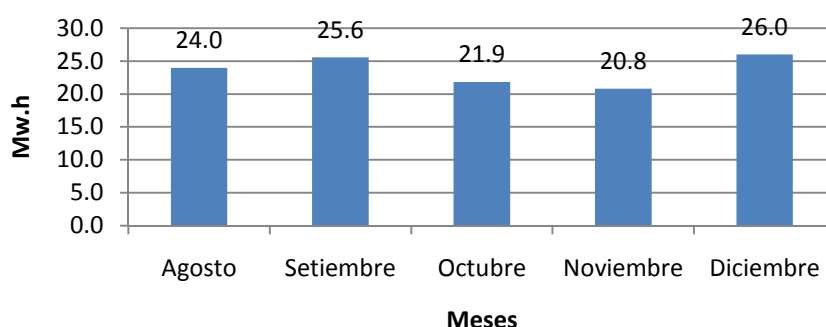
En la figura N°04, se aprecia para la población de 83 familias el consumo aproximado de 724 kg de leña diario.

Figura N°05: Distribución mensual del consumo de leña de agosto a diciembre en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2014



En la figura N°05, se observa para la población de 83 familias, el consumo estimado total de 110 772 kilogramos de leña durante cinco meses del año 2014. Esto representa 594,93 MW.h de energía transferida para cocer sus alimentos; considerando un poder calorífico de 4618 Kcal/kg.

Figura N°06: Energía solar, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de 2,2 m² a en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí para agosto a diciembre del año 2014

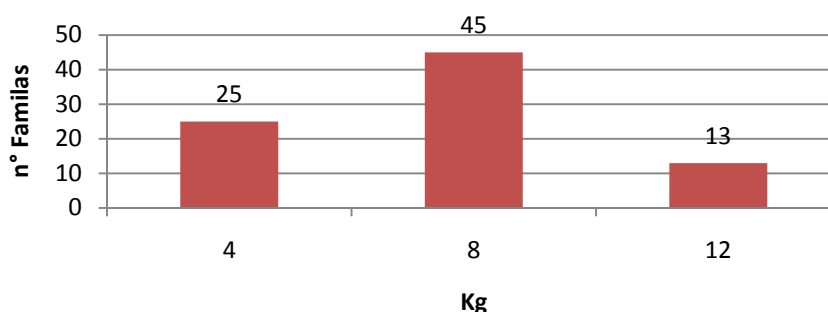


En la figura N°06, se observa para la población de 83 familias, que la energía solar total de 118,3 MW.h se pudo transferir para cocer sus alimentos, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de 2,2 metros cuadrados de superficie; esto equivale a dejar de consumir 22 026,7 kg de leña aproximadamente durante cinco meses de agosto a diciembre del año 2014.

Tabla N°02: Distribución proporcional de familias y el consumo aproximado de leña por día del Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí en el año 2015.

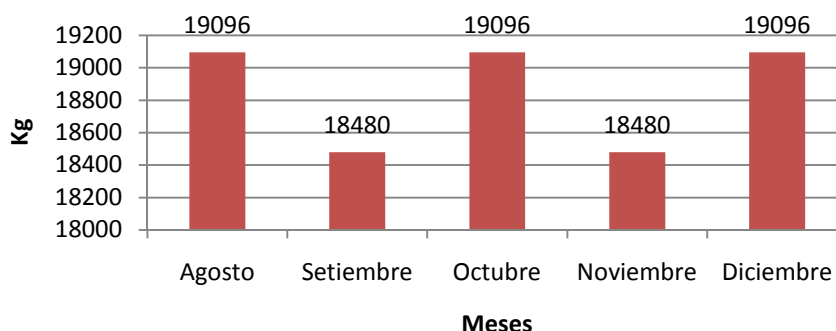
Número de familias	Masa de la leña (kg)/día
25	4
45	8
13	12

Figura N°07: Distribución de familias por consumo aproximado de leña por día, en el Caserío de Los Coronado del Distrito de Mochumí del año 2015



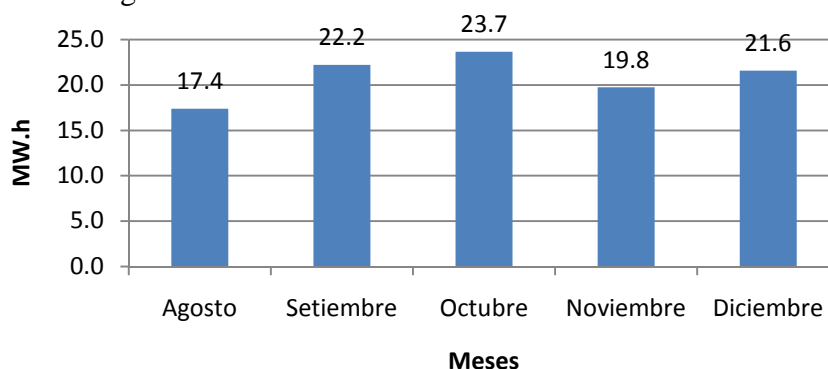
En la figura N°07, se aprecia para la población de 83 familias el consumo aproximado de 616 kg de leña diario.

Figura N°08 Distribución mensual del consumo de leña de agosto a diciembre en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí del año 2015



En la figura N°08, se observa para la población de 83 familias, el consumo estimado total de 94 248 kilogramos de leña durante cinco meses del año 2015. Esto representa 506,18 MW.h de energía transferida para cocer sus alimentos; considerando un poder calorífico de 4618 Kcal/kg.

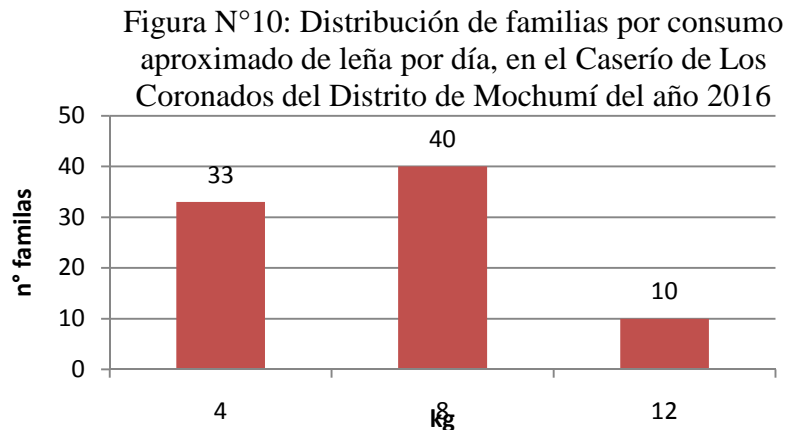
Figura N°09: Energía solar, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de 2,2 m² en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí de agosto a diciembre del año 2015



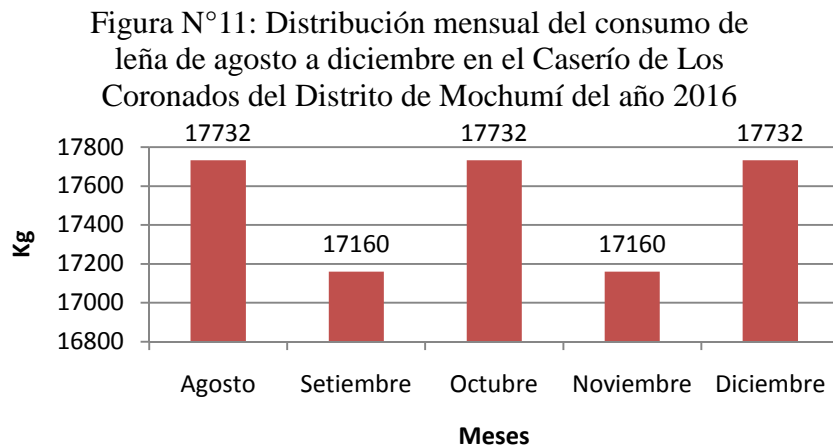
En la figura N° 09, se observa para la población de 83 familias, que la energía solar total de 104,6 MW.h se pudo transferir para cocer sus alimentos, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de 2,2 metros cuadrados de superficie; esto equivale a dejar de consumir 19 477 kg aproximadamente de leña durante cinco los cinco meses de agosto a diciembre del año 2015.

Tabla N°03: Distribución proporcional de familias y el consumo aproximado de leña por día del Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí en el año 2016.

Número de familias	Masa de la leña (kg)/día
33	4
40	8
10	12

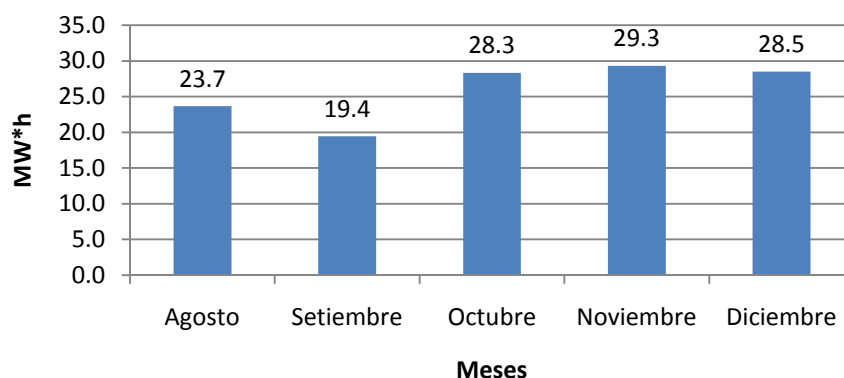


En la figura N°10, se aprecia para la población de 83 familias el consumo aproximado de 572 kg de leña diario.



En la figura N°11, se observa para la población de 83 familias, el consumo estimado total de 87 516 kilogramos de leña durante cinco meses del año 2016. Esto representa 470,02 MW.h de energía transferida para cocer sus alimentos; considerando un poder calorífico de 4618 Kcal/kg.

Figura N°12: Energía solar mensual estimado, si se hubiera utilizado por familia un concentrador solar de 2,2 m² en el Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí de agosto a diciembre del año 2016



En la figura N° 12, se observa para la población de 83 familias, que la energía solar total de 129,2 MW.h se pudo transferir para cocer sus alimentos, si cada familia hubiera utilizado un concentrador solar de 2,2 metros cuadrados de superficie; esto equivale a dejar de consumir 24 056,6 kg aproximadamente de leña durante los cinco meses de agosto a diciembre del año 2016.

3.2 Resultados.

- De la figura N°06, con los 118,3 MW.h de energía procedente de la radiación solar, se pudo haber dejado de consumir 22 026,7 kilogramos de leña; que representa el 19,9% de la leña consumida entre agosto a diciembre del 2014 como se muestra en la figura N°05.
- De la figura N°09, con los 104,6 MW.h de energía procedente de la radiación solar, se pudo haber dejado de consumir 19 477 kilogramos de leña; que representa el 20,7% de la leña consumida entre agosto a diciembre del 2015 como se muestra en la figura N°08.
- De la figura N°12, con los 129,6 MW.h de energía procedente de la radiación solar, se pudo haber dejado de consumir 24 056,6 kilogramos de leña; que representa el 27,5 % de la leña consumida entre agosto a diciembre del 2016 como se muestra en la figura N°11.
- Se habría podido reducir el consumo total de 65 560,3 kilogramos de leña durante los meses de agosto a diciembre de los años 2014, 2015 y 2016, si se hubieran utilizado concentradores solares de 2,2 metros cuadrados, con mylar aluminizado por superficie reflectante, 1,5 metros de diámetro, profundidad 0,40 metros y con ubicación del punto de concentración de los rayos caloríficos a una distancia de 0,35 metros desde el vértice.

3.3. Discusión

Los resultados indican que se ha estimado la reducción del consumo de leña en el Caserío de Los Coronados correspondiente a los períodos de agosto a diciembre del 2014, 2015 y 2016, en 19,9% , 20,7% y 27,5% respectivamente, y que representan las cantidades de 22 026,7 kg, 19 477 kg y 24 056,6 kilogramos de leña aproximadamente, que se pudo dejar de consumir, si se utilizaran concentradores solares de características: bajo costo, con diámetro de 1,5 metros, profundidad de 40 centímetros, punto focal a 35 centímetros desde el vértice, con superficie de mylar aluminizado y 2,2 metros cuadrados. Además los porcentajes indican una tendencia de disminución del consumo de leña en el período agosto a diciembre del 2016.

El presente estudio tiene determinada relación con el de Pasache y Sánchez (2015) denominado “De la leña de algarrobo a las briquetas de aserrín: alternativa para negocios artesanales del Norte del Perú”, que plantean el uso de briquetas de aserrín en algunos negocios de producción de algarrobina, panaderías, cerámicas, pollerías y restaurantes; esto permite reducir el consumo de leña, aunque se produce la emisión de gases como el monóxido de carbono, dióxido de carbono, entre otros, durante la combustión del aserrín en briquetas. Esto significa que pueden darse diferentes metodologías para la reducción del consumo de leña.

El cálculo de la irradiación solar mostrado en las tablas N°04 al N°010 y las brindadas por la NASA mostradas en las, figuras N°13 y N°14, se corroboran con lo sostenido por Mayorga, et al (2014), que la irradiación solar diaria en el Perú está comprendida aproximadamente entre 4 kw.h/m² y 7 kw.h/m² con fluctuaciones del 20%.

El presente trabajo implica que se debe difundir la implementación de los concentradores solares, porque es económicamente rentable el uso de la energía solar, para cocinar los alimentos, y no se producen emisiones que afecten a la salud, además se reduce en uso de la leña y disminuye la tala ilícita.

El acopio de la magnitud irradiancia solar proporcionada por el elemento transductor denominado radiómetro, se puede realizar utilizando un sistema computarizado para la determinación energía solar aprovechable con un

concentrador solar.

Como se requiere disponer de la información del valor energético de los recursos maderables, se pueden realizar trabajos acerca del poder calorífico de la biomasa vegetal, de nuestra región.

IV. CONCLUSIONES

- Se ha encontrado que aproximadamente 110 772 kg, 94 248 kg y 87 516 kg de leña, son las cantidades consumidas, durante los períodos de agosto a diciembre de los años 2014, 2015 y 2016 respectivamente, por las familias en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí, y que representan en energía calorífica, las cantidades de 594,93 MW.h, 506,18 MW.h y 470,02 MW.h respectivamente.
- Se habría podido transferir la energía de 118,3MW.h, 104,6 MW.h y 129,2 MW.h aproximadamente, durante los períodos de agosto a diciembre de los años 2014, 2015 y 2016 respectivamente, para el cocimiento de los alimentos mediante concentradores solares de características: bajo costo, diámetro de 1,5 metros, profundidad de 40 centímetros, punto focal a 35 centímetros desde el vértice, con superficie de mylar aluminizado y 2,2 metros cuadrados; en el Caserío de Los Coronados del Distrito de Mochumí.
- Los concentradores solares de tipo parabólico, dirigen la radiación solar a través de la superficie reflectante hacia un punto llamado foco, las cuales son absorbidas produciendo calentamiento de las sustancias que se encuentren en este punto focal.
- Se ha estimado que mediante el uso de concentradores solares parabólicos de características mencionadas, se habría podido reducir el consumo de leña en aproximadamente 19,9%, y 20,7% ó equivalentemente en 22 026,7 kg y 19 477 kg con respecto a la leña consumida durante los períodos de agosto a diciembre de los años 2014, 2015 respectivamente en el Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí.
- Se ha estimado que mediante el uso de concentradores solares parabólicos con características mencionadas, se habría podido reducir el consumo de leña en 27,5% o equivalentemente en 24 056,6 kg aproximadamente, con respecto a la que se consumió en el período de agosto a diciembre del año 2016 en el Caserío de Los Coronados, del Distrito de Mochumí.

V. RECOMENDACIONES

- Las universidades y otras instituciones, deben participar siempre en la identificación de los problemas que se presenten, y en la orientación hacia la búsqueda de su solución para mejorar la calidad de vida y a la conservación del medio ambiente.
- Ante el uso de la leña para cocer los alimentos en el sector rural del Caserío de Los Coronados, se recomienda a los dirigentes y gobernador apoyar en la concientización y la implementación para la población, de concentradores solares de forma parabólica, con materiales reciclados de bajo costo que permita reducir la huella de carbono.
- Se recomienda utilizar los siguientes materiales para la implementación de concentradores solares: cartón que se encuentran en los empaques de artefactos, retazos de varillas de hierro delgado para la estructura, mylar aluminizado o empaques de plástico con revestimiento de aluminio, pegamento. Y para el soporte, un tubo metálico de media pulgada de diámetro, tablas delgadas para el soporte, un retazo de alambre de hierro, un juego de tornillos y tuercas.
- Se puede aumentar la concentración los rayos caloríficos construyendo concentradores solares con mayor superficie reflectante.
- Se sugiere utilizar radiómetros en disposición de captación de radiación directa.
- En la determinación de la energía por metro cuadrado, a partir de las bandas actinométricas se puede utilizar ecuaciones de corrección del ángulo de incidencia de la radiación solar.
- Se recomienda investigar en mejorar las estufas convencionales, para reducir la contaminación ambiental.
- Se recomienda a las personas e instituciones de nuestra región realizar estudios acerca del poder calorífico de la biomasa de nuestra región que permita una valoración sustentable.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Actinografo. (s/f). Recuperado de:
<https://es.scribd.com/document/312054524/ACTINOGRFO>
2. Alvitres, V. (2000). Método científico. Planificación de la investigación. 2da. Edición. Chiclayo: Ciencia.
3. GOOGLE EARTH. Recuperado de:
<https://www.google.com/intl/es/earth/download/ge/agree.html>
4. Bueno, J. (1987). La madera como combustible. Revista Forestal del Perú. 14(2),3. Recuperado de:
[http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol14_2_87_\(20\)/vol14_no2_a_rt1.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol14_2_87_(20)/vol14_no2_a_rt1.pdf)
5. Beer, F. Johnston, E. Mazurek, D. (2013). Mecánica Vectorial para Ingenieros. Estática. 10ava. Edición. México: Editorial Mcgraw Hill Interamericana Editores S.A
6. Calle, V. Unsihuay, F. (2004). Meteorología General. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
7. Cuenta, M. (2015). El uso del espacio natural para el desarrollo del territorio: los bosques secos de algarrobo para las comunidades rurales en Lambayeque, 1985-2015. Departamento de Humanidades, Sección Geografía, Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <https://docplayer.es/50534824-El-uso-del-espacio-natural-para-el-desarrollo-del-territorio-los-bosques-secos-de-algarrobo-para-las-comunidades-rurales-en-lambayeque.html>
8. Díaz, W (1993). Muestreo. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
9. Echazú , R. Cadena, C. Saravia, L. (2000). Estudio de Materiales Reflectivos para Concentradores Solares. Recuperado de :
<http://lea.fica.unsl.edu.ar/publicaciones/2013/Carletto.et.al.pdf>
10. Espinoza, L. B. (2011). Lambayeque: Directorio de Centros Poblados. Chiclayo: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
11. Farfán, J. (2014). Diseño y construcción de un solarímetro y su equipo de registro para cuantificación del potencial de la energía solar. (Tesis de post grado). Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque. Perú.
12. Hibbeler, R. (2010). Ingeniería Mecánica. Estática. 12ava edición. México: Pearson Educación.

13. Mayorga, E., Quintanilla E., Huapaya M., Cárdenas I., Condezo C. (2014). Uso Eficiente de la Energía. 2da. Edición. Lima: Ministerio de Energía y Minas.
14. Nandwani, S. (2013). La Cocina / Horno Solar- Construcción, Funcionamiento Y Usos. Recuperado de: <https://doctornandwanisolarcook.files.wordpress.com/2013/03/fhornosol2013s.pdf>
15. NASA (2016). Surface meteorology and Solar Energy. Recuperado de: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>
16. Loret, A. Quijandría, J. Gamarra, W. Campos, R. Eslava, J. Marca, F. (2003). Atlas de Energía Solar del Perú. Lima: Ministerio de energía y minas. Disponible en: www.senamhi.gob.pe/pdf/Atlas%20deRadiacionSolar.pdf
17. Perpiñan O. (2012). Energía Solar Fotovoltaica. Versión 1.30 Creative Commons. Recuperado de: <https://www.procomun.wordpress.com/documentos/libroesf>
18. Pasache, M., y Sánchez, E. (2015). De la leña de algarrobo a las briquetas de aserrín: alternativa para negocios artesanales del Norte del Perú. Universidad de Piura. Recuperado de: <http://udep.edu.pe/ingenieria/publicaciones/de-la-leña-de-algarrobo-a-las-briquetas-de-aserrin-alternativa-para-negocios-artesanales-del-norte-del-peru/> y <http://www.laccei.org/LACCEI2015-SantoDomingo/ExtendedAbstracts/EA040.pdf>
19. Progenisa. (2009). La energía solar. Aplicaciones prácticas. 5ta. edición. Sevilla. Artes Gráficas Gala, S.L. Recuperado de: <https://www.soltuyo.com/libros-de-energia-solar>
20. Sánchez, E., Pasache, M. (2013). Análisis de caso de estudio del uso de briquetas de aserrín en familias que usan leña y carbón en la zona de Piura Y Sullana – Perú. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1773/Analisis_uso_briquetas_aserrin.pdf?sequence=1
21. Sierra, F., Mejía F. y Guerrero, C. (2011). Leña como combustible doméstico en zonas rurales de Usme, Bogotá. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/264239503_Lena_como_combustible_domestico_en_zonas_rurales_de_Usme_Bogota

22. Taylor, H. y Wade, T. (1981). Cálculo Diferencial e Integral. México: Limusa
23. Thomas, G. B. (1980). Cálculo Infinitesimal y Geometría Analítica. Madrid: Aguilar S. A. Ediciones.
24. Tineo, A. (2014). Estrategias Lúdicas de Aprendizaje Cooperativo para Mejorar la Capacidad de Resolución de Problemas Aritméticos del Área de Matemática en los Estudiantes del Tercer Grado de Educación Primaria de la I.E. n° 11132 “Los coronados”; distrito Mochumí; provincia y región Lambayeque, 2014. Tesis. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
25. Torres, H., Ágreda, J., y Polo, C. (2010). *Impacto Ambiental Producido Por El Uso de la Leña en el área de conservación regional vilacota-Maure de la región Tacna*. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/robvaler/impacto-ambiental-producido-por-el-uso-de-lea>
26. Uceda, M. (1980). Determinación del poder calorífico de 20 especies forestales de la Amazonía peruana. Revista Forestal del Perú. 12(1-2):1-15. Recuperado de: [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol12_no1-2_84_\(16\)/vol12_art8.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol12_no1-2_84_(16)/vol12_art8.pdf)
27. Urkiola, M.F. (2014). Introducción de la cocina solar en la isla de la Española. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/Alisaheer/introduccion-de-la-cocina-solar>

ANEXOS

Tabla N°04: Distribución de la irradiación solar promedio por cada mes en la estación Climatológica Principal Fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, de los años 2012, 2013 y 2014.

TABLA N° 01: PROMEDIO MENSUAL (Wh/m²)			
Meses	2012	2013	2014
Enero	4508.93	4664.75	4638.01
Febrero	6547.38	5064.94	5555.33
Marzo	6349.47	5175.67	5410.19
Abril	5922.78	5370.51	6075.78
Mayo	5486.13	4668.39	4476.56
Junio	4076.61	4784.77	4334.42
Julio	4737	4533.06	4444.75
Agosto	4931.84	4581.63	5088.05
Setiembre	4933.94	4966.11	5609.55
Octubre	5208.75	-----	4634.39
Noviembre	4910.17	3898.27	4557.22
Diciembre	-----	-----	-----

Fuente: Guillermo Uceda Pisfil, Docente de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

Cuadro N°01: Factores de corrección para medidas de un actinógrafo de Robitzsch de la Estación Climatológica Fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

Enero: 1.00048	Julio: 0.96200
Febrero: 1.00048	Agosto: 0.97162
Marzo: 1.00048	Septiembre: 0.99086
Abril: 0.98124	Octubre: 1.0048
Mayo: 0.96200	Noviembre: 1.0048
Junio: 0.95238	Diciembre: 0.99086

Fuente: <https://es.scribd.com/document/312054524/ACTINOGRAFO>

Tabla N°05: Irradiación solar por día para los meses de agosto a diciembre del 2015; a partir de la medida de la irradiancia de las bandas actinométricas de la estación Climatológica Fundo el Ciénago de la universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

DÍA	cm ²	cal/cm ²	J/m ²	MJ/m ²	W.h/m ²
01-ago-15	2.3	230.6	9653882.8	9.7	2681.7
02-ago-15	3.1	310.8	13011755.0	13.0	3614.4
03-ago-15	2.3	230.6	9653882.8	9.7	2681.7
04-ago-15	4.1	411.0	17209095.4	17.2	4780.4
05-ago-15	3.6	360.9	15110425.2	15.1	4197.4
06-ago-15	3.5	350.9	14690691.2	14.7	4080.8
07-ago-15	1.9	190.5	7974946.6	8.0	2215.3
08-ago-15	0.5	50.1	2098670.2	2.1	583.0
09-ago-15	2.1	210.5	8814414.7	8.8	2448.5
10-ago-15	2.6	260.7	10913084.9	10.9	3031.5
11-ago-15	4.0	401.0	16789361.3	16.8	4663.8
12-ago-15	3.9	391.0	16369627.3	16.4	4547.2
13-ago-15	3.7	370.9	15530159.2	15.5	4314.0
14-ago-15	3.7	370.9	15530159.2	15.5	4314.0
15-ago-15	3.9	391.0	16369627.3	16.4	4547.2
16-ago-15	4.5	451.1	18888031.5	18.9	5246.7
17-ago-15	4.9	491.2	20566967.6	20.6	5713.1
18-ago-15	5.1	511.3	21406435.7	21.4	5946.3
19-ago-15	3.0	300.8	12592021.0	12.6	3497.8
20-ago-15	2.8	280.7	11752552.9	11.8	3264.6
21-ago-15	2.5	250.6	10493350.8	10.5	2914.9
22-ago-15	4.6	461.2	19307765.5	19.3	5363.3
23-ago-15	3.4	340.9	14270957.1	14.3	3964.2
24-ago-15	4.9	491.2	20566967.6	20.6	5713.1
25-ago-15	2.2	220.6	9234148.7	9.2	2565.1
26-ago-15	1.9	190.5	7974946.6	8.0	2215.3
27-ago-15	3.0	300.8	12592021.0	12.6	3497.8
28-ago-15	5.2	521.3	21826169.7	21.8	6062.9
29-ago-15	1.8	180.5	7555212.6	7.6	2098.7
30-ago-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31-ago-15	3.1	310.8	13011755.0	13.0	3614.4
01-sep-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5350.6
02-sep-15	5.0	511.2	21402279.9	21.4	5945.2
03-sep-15	4.2	429.4	17977915.1	18.0	4993.9
04-sep-15	2.0	204.5	8560912.0	8.6	2378.1
05-sep-15	2.8	286.3	11985276.8	12.0	3329.3
06-sep-15	4.9	501.0	20974234.3	21.0	5826.3
07-sep-15	5.0	511.2	21402279.9	21.4	5945.2
08-sep-15	3.5	357.8	14981596.0	15.0	4161.6

09-sep-15	4.6	470.3	19690097.5	19.7	5469.5
10-sep-15	3.5	357.8	14981596.0	15.0	4161.6
11-sep-15	2.5	255.6	10701140.0	10.7	2972.6
12-sep-15	3.7	378.3	15837687.1	15.8	4399.4
13-sep-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5350.6
14-sep-15	2.4	245.4	10273094.4	10.3	2853.7
15-sep-15	2.4	245.4	10273094.4	10.3	2853.7
16-sep-15	5.0	511.2	21402279.9	21.4	5945.2
17-sep-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5350.6
18-sep-15	4.6	470.3	19690097.5	19.7	5469.5
19-sep-15	4.9	501.0	20974234.3	21.0	5826.3
20-sep-15	4.0	408.9	17121823.9	17.1	4756.1
21-sep-15	3.5	357.8	14981596.0	15.0	4161.6
22-sep-15	3.6	368.1	15409641.6	15.4	4280.5
23-sep-15	4.0	408.9	17121823.9	17.1	4756.1
24-sep-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5350.6
25-sep-15	4.1	419.2	17549869.5	17.5	4875.0
26-sep-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5350.6
27-sep-15	5.5	562.3	23542507.9	23.5	6539.7
28-sep-15	5.2	531.6	22258371.1	22.3	6183.0
29-sep-15	4.7	480.5	20118143.1	20.1	5588.5
30-sep-15	4.7	480.5	20118143.1	20.1	5588.5
01-oct-15	3.9	402.6	16855853.9	16.9	4682.2
02-oct-15	3.7	381.9	15991451.1	16.0	4442.1
03-oct-15	3.6	371.6	15559249.7	15.6	4322.1
04-oct-15	3.9	402.6	16855853.9	16.9	4682.2
05-oct-15	4.6	474.9	19881263.5	19.9	5522.6
06-oct-15	5.1	526.5	22042270.4	22.0	6122.9
07-oct-15	4.2	433.6	18152458.0	18.2	5042.4
08-oct-15	4.4	454.2	19016860.8	19.0	5282.5
09-oct-15	5.6	578.1	24203277.3	24.2	6723.2
10-oct-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
11-oct-15	4.9	505.8	21177867.7	21.2	5882.8
12-oct-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
13-oct-15	4.7	485.2	20313464.9	20.3	5642.7
14-oct-15	3.2	330.3	13830444.2	13.8	3841.8
15-oct-15	3.6	371.6	15559249.7	15.6	4322.1
16-oct-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
17-oct-15	3.9	402.6	16855853.9	16.9	4682.2
18-oct-15	4.5	464.5	19449062.2	19.4	5402.6
19-oct-15	4.9	505.8	21177867.7	21.2	5882.8
20-oct-15	4.0	412.9	17288055.2	17.3	4802.3
21-oct-15	3.9	402.6	16855853.9	16.9	4682.2
22-oct-15	4.1	423.2	17720256.6	17.7	4922.4
23-oct-15	5.3	547.1	22906673.2	22.9	6363.1
24-oct-15	4.1	423.2	17720256.6	17.7	4922.4

25-oct-15	3.8	392.3	16423652.5	16.4	4562.2
26-oct-15	2.0	206.5	8644027.6	8.6	2401.2
27-oct-15	2.5	258.1	10805034.5	10.8	3001.4
28-oct-15	4.3	443.9	18584659.4	18.6	5162.5
29-oct-15	4.1	423.2	17720256.6	17.7	4922.4
30-oct-15	4.0	412.9	17288055.2	17.3	4802.3
31-oct-15	3.8	392.3	16423652.5	16.4	4562.2
01-nov-15	2.9	299.4	12533840.1	12.5	3481.7
02-nov-15	2.2	227.1	9508430.4	9.5	2641.3
03-nov-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
04-nov-15	3.7	381.9	15991451.1	16.0	4442.1
05-nov-15	0.5	51.6	2161006.9	2.2	600.3
06-nov-15	3.9	402.6	16855853.9	16.9	4682.2
07-nov-15	3.9	402.6	16855853.9	16.9	4682.2
08-nov-15	4.2	433.6	18152458.0	18.2	5042.4
09-nov-15	2.0	206.5	8644027.6	8.6	2401.2
10-nov-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
11-nov-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
12-nov-15	4.0	412.9	17288055.2	17.3	4802.3
13-nov-15	5.5	567.8	23771076.0	23.8	6603.2
14-nov-15	4.0	412.9	17288055.2	17.3	4802.3
15-nov-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
16-nov-15	3.0	309.7	12966041.4	13.0	3601.7
17-nov-15	1.0	103.2	4322013.8	4.3	1200.6
18-nov-15	3.1	320.0	13398242.8	13.4	3721.8
19-nov-15	3.2	330.3	13830444.2	13.8	3841.8
20-nov-15	4.2	433.6	18152458.0	18.2	5042.4
21-nov-15	4.0	412.9	17288055.2	17.3	4802.3
22-nov-15	1.8	185.8	7779624.9	7.8	2161.0
23-nov-15	3.4	351.0	14694847.0	14.7	4082.0
24-nov-15	3.8	392.3	16423652.5	16.4	4562.2
25-nov-15	4.9	505.8	21177867.7	21.2	5882.8
26-nov-15	3.7	381.9	15991451.1	16.0	4442.1
27-nov-15	3.7	381.9	15991451.1	16.0	4442.1
28-nov-15	5.0	516.1	21610069.1	21.6	6002.9
29-nov-15	4.6	474.9	19881263.5	19.9	5522.6
30-nov-15	2.0	206.5	8644027.6	8.6	2401.2
01-dic-15	4.1	419.2	17549869.5	17.5	4874.1
02-dic-15	5.0	511.2	21402279.9	21.4	5944.1
03-dic-15	5.0	511.2	21402279.9	21.4	5944.1
04-dic-15	3.7	378.3	15837687.1	15.8	4398.6
05-dic-15	4.8	490.7	20546188.7	20.5	5706.3
06-dic-15	3.9	398.7	16693778.3	16.7	4636.4
07-dic-15	0.5	51.1	2140228.0	2.1	594.4
08-dic-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5349.7
09-dic-15	5.1	521.4	21830325.5	21.8	6063.0

10-dic-15	5.4	552.1	23114462.3	23.1	6419.6
11-dic-15	0.5	51.1	2140228.0	2.1	594.4
12-dic-15	2.6	265.8	11129185.6	11.1	3090.9
13-dic-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14-dic-15	3.7	378.3	15837687.1	15.8	4398.6
15-dic-15	5.4	552.1	23114462.3	23.1	6419.6
16-dic-15	5.0	511.2	21402279.9	21.4	5944.1
17-dic-15	2.8	286.3	11985276.8	12.0	3328.7
18-dic-15	4.9	501.0	20974234.3	21.0	5825.2
19-dic-15	4.0	408.9	17121823.9	17.1	4755.3
20-dic-15	4.8	490.7	20546188.7	20.5	5706.3
21-dic-15	5.1	521.4	21830325.5	21.8	6063.0
22-dic-15	4.8	490.7	20546188.7	20.5	5706.3
23-dic-15	4.1	419.2	17549869.5	17.5	4874.1
24-dic-15	4.7	480.5	20118143.1	20.1	5587.4
25-dic-15	4.5	460.1	19262051.9	19.3	5349.7
26-dic-15	4.8	490.7	20546188.7	20.5	5706.3
27-dic-15	4.2	429.4	17977915.1	18.0	4993.0
28-dic-15	3.9	398.7	16693778.3	16.7	4636.4
29-dic-15	3.8	388.5	16265732.7	16.3	4517.5
30-dic-15	2.7	276.0	11557231.2	11.6	3209.8
31-dic-15	1.0	102.2	4280456.0	4.3	1188.8

Tabla N°06: Irradiación solar calculada mediante integración aproximada, para los meses de agosto a diciembre del 2016; a partir de la medida directa de la irradiancia; de las bandas actinométricas de la estación Climatológica Fundo el Ciénago de la universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, excepto las medidas directas realizadas en el Caserío de Los Coronados, con radiómetro, los días 29 de noviembre, 03, 26 y 31 de diciembre del 2016.

Día	Cal/m ²	J/m ²	MJ/m ²	W.h/m ²
01-ago-16	-	-	-	-
02-ago-16	-	-	-	-
03-ago-16	3604686.2	15092100.0	15.1	4192.3
04-ago-16	5737962.2	24023700.0	24.0	6673.3
05-ago-16	5286973.3	22135500.0	22.1	6148.8
06-ago-16	4106620.8	17193600.0	17.2	4776.0
07-ago-16	4851676.7	20313000.0	20.3	5642.5
08-ago-16	5796216.7	24267600.0	24.3	6741.0
09-ago-16	4901117.8	20520000.0	20.5	5700.0
10-ago-16	5210017.2	21813300.0	21.8	6059.3
11-ago-16	4118228.7	17242200.0	17.2	4789.5
12-ago-16	4946044.7	20708100.0	20.7	5752.3
13-ago-16	4997420.5	20923200.0	20.9	5812.0
14-ago-16	2908641.4	12177900.0	12.2	3382.8
15-ago-16	0.0	0.0	0.0	0.0
16-ago-16	5110920.0	21398400.0	21.4	5944.0
17-ago-16	5150902.8	21565800.0	21.6	5990.5
18-ago-16	6079965.6	25455600.0	25.5	7071.0
19-ago-16	4016981.9	16818300.0	16.8	4671.8
20-ago-16	5946689.6	24897600.0	24.9	6916.0
21-ago-16	4971195.2	20813400.0	20.8	5781.5
22-ago-16	4961307.0	20772000.0	20.8	5770.0
23-ago-16	4718400.7	19755000.0	19.8	5487.5
24-ago-16	3005374.0	12582900.0	12.6	3495.3
25-ago-16	4753009.5	19899900.0	19.9	5527.8
26-ago-16	5171754.1	21653100.0	21.7	6014.8
27-ago-16	4681642.3	19601100.0	19.6	5444.8
28-ago-16	4810834.0	20142000.0	20.1	5595.0
29-ago-16	5656706.8	23683500.0	23.7	6578.8
30-ago-16	3057609.6	12801600.0	12.8	3556.0
31-ago-16	5323301.8	22287600.0	22.3	6191.0
01-sep-16	3161650.9	13237200.0	13.2	3677.0
02-sep-16	6093293.2	25511400.0	25.5	7086.5
03-sep-16	10891659.5	45601200.0	45.6	12667.0
04-sep-16	5400472.9	22610700.0	22.6	6280.8
05-sep-16	-	-	-	-

06-sep-16	-	-	-	-
07-sep-16	-	-	-	-
08-sep-16	-	-	-	-
09-sep-16	-	-	-	-
10-sep-16	-	-	-	-
11-sep-16	-	-	-	-
12-sep-16	5395528.8	22590000.0	22.6	6275.0
13-sep-16	5376182.3	22509000.0	22.5	6252.5
14-sep-16	43490756.7	182087100.0	182.1	50579.8
15-sep-16	3620593.3	15158700.0	15.2	4210.8
16-sep-16	3933577.0	16469100.0	16.5	4574.8
17-sep-16	4368443.7	18289800.0	18.3	5080.5
18-sep-16	4400902.8	18425700.0	18.4	5118.3
19-sep-16	5006233.9	20960100.0	21.0	5822.3
20-sep-16	5004729.1	20953800.0	21.0	5820.5
21-sep-16	4425193.5	18527400.0	18.5	5146.5
22-sep-16	4989466.9	20889900.0	20.9	5802.8
23-sep-16	5037618.2	21091500.0	21.1	5858.8
24-sep-16	4522141.0	18933300.0	18.9	5259.3
25-sep-16	4816853.0	20167200.0	20.2	5602.0
26-sep-16	5368013.8	22474800.0	22.5	6243.0
27-sep-16	5427988.0	22725900.0	22.7	6312.8
28-sep-16	5913370.6	24758100.0	24.8	6877.3
29-sep-16	3262467.8	13659300.0	13.7	3794.3
30-sep-16	5368873.6	22478400.0	22.5	6244.0
01-oct-16	4993121.2	20905200.0	20.9	5807.0
02-oct-16	5517411.9	23100300.0	23.1	6416.8
03-oct-16	5252794.5	21992400.0	22.0	6109.0
04-oct-16	4018701.6	16825500.0	16.8	4673.8
05-oct-16	5328460.9	22309200.0	22.3	6197.0
06-oct-16	5934651.8	24847200.0	24.8	6902.0
07-oct-16	3993981.1	16722000.0	16.7	4645.0
08-oct-16	3798366.3	15903000.0	15.9	4417.5
09-oct-16	5174333.6	21663900.0	21.7	6017.8
10-oct-16	5220335.3	21856500.0	21.9	6071.3
11-oct-16	5590283.7	23405400.0	23.4	6501.5
12-oct-16	4685511.6	19617300.0	19.6	5449.3
13-oct-16	4975924.3	20833200.0	20.8	5787.0
14-oct-16	5267626.8	22054500.0	22.1	6126.3
15-oct-16	5376827.2	22511700.0	22.5	6253.3
16-oct-16	5575021.5	23341500.0	23.3	6483.8
17-oct-16	5676698.2	23767200.0	23.8	6602.0
18-oct-16	5753439.4	24088500.0	24.1	6691.3
19-oct-16	5631341.4	23577300.0	23.6	6549.3
20-oct-16	5189166.0	21726000.0	21.7	6035.0
21-oct-16	5285253.7	22128300.0	22.1	6146.8

22-oct-16	4142089.4	17342100.0	17.3	4817.3
23-oct-16	4613714.5	19316700.0	19.3	5365.8
24-oct-16	5533534.0	23167800.0	23.2	6435.5
25-oct-16	5668744.6	23733900.0	23.7	6592.8
26-oct-16	5558254.5	23271300.0	23.3	6464.3
27-oct-16	5434006.9	22751100.0	22.8	6319.8
28-oct-16	5561693.9	23285700.0	23.3	6468.3
29-oct-16	5252579.5	21991500.0	22.0	6108.8
30-oct-16	4477214.1	18745200.0	18.7	5207.0
31-oct-16	5644883.9	23634000.0	23.6	6565.0
01-nov-16	6667024.9	27913500.0	27.9	7753.8
02-nov-16	6561049.0	27469800.0	27.5	7630.5
03-nov-16	4828031.0	20214000.0	20.2	5615.0
04-nov-16	4509243.3	18879300.0	18.9	5244.3
05-nov-16	5184221.8	21705300.0	21.7	6029.3
06-nov-16	5738822.0	24027300.0	24.0	6674.3
07-nov-16	5581900.3	23370300.0	23.4	6491.8
08-nov-16	5272570.9	22075200.0	22.1	6132.0
09-nov-16	5835339.6	24431400.0	24.4	6786.5
10-nov-16	6485167.7	27152100.0	27.2	7542.3
11-nov-16	5469475.5	22899600.0	22.9	6361.0
12-nov-16	5777945.0	24191100.0	24.2	6719.8
13-nov-16	5787403.3	24230700.0	24.2	6730.8
14-nov-16	6361350.0	26633700.0	26.6	7398.3
15-nov-16	5662080.8	23706000.0	23.7	6585.0
16-nov-16	7384350.8	30916800.0	30.9	8588.0
17-nov-16	3410576.1	14279400.0	14.3	3966.5
18-nov-16	2967325.9	12423600.0	12.4	3451.0
19-nov-16	6251074.8	26172000.0	26.2	7270.0
20-nov-16	4355546.0	18235800.0	18.2	5065.5
21-nov-16	5443250.2	22789800.0	22.8	6330.5
22-nov-16	5534823.7	23173200.0	23.2	6437.0
23-nov-16	5262467.8	22032900.0	22.0	6120.3
24-nov-16	142949.3	598500.0	0.6	166.3
25-nov-16	5877902.0	24609600.0	24.6	6836.0
26-nov-16	5148108.3	21554100.0	21.6	5987.3
27-nov-16	5634350.8	23589900.0	23.6	6552.8
28-nov-16	5744411.0	24050700.0	24.1	6680.8
29-nov-16	6305088.0	26398142.6	26.4	7332.8
30-nov-16	5319647.5	22272300.0	22.3	6186.8
01-dic-16	4246775.6	17780400.0	17.8	4939.0
02-dic-16	4862209.8	20357100.0	20.4	5654.8
03-dic-16	6794561.9	28447471.7	28.4	7902.1
04-dic-16	5650258.0	23656500.0	23.7	6571.3
05-dic-16	4427988.0	18539100.0	18.5	5149.8
06-dic-16	5009888.2	20975400.0	21.0	5826.5

07-dic-16	5518271.7	23103900.0	23.1	6417.8
08-dic-16	5402192.6	22617900.0	22.6	6282.8
09-dic-16	4059759.2	16997400.0	17.0	4721.5
10-dic-16	5589853.8	23403600.0	23.4	6501.0
11-dic-16	5797076.5	24271200.0	24.3	6742.0
12-dic-16	6255589.0	26190900.0	26.2	7275.3
13-dic-16	6209802.2	25999200.0	26.0	7222.0
14-dic-16	5406276.9	22635000.0	22.6	6287.5
15-dic-16	3404127.3	14252400.0	14.3	3959.0
16-dic-16	3651977.6	15290100.0	15.3	4247.3
17-dic-16	5565563.2	23301900.0	23.3	6472.8
18-dic-16	5460877.0	22863600.0	22.9	6351.0
19-dic-16	5149398.1	21559500.0	21.6	5988.8
20-dic-16	4470335.3	18716400.0	18.7	5199.0
21-dic-16	5466466.0	22887000.0	22.9	6357.5
22-dic-16	4747420.5	19876500.0	19.9	5521.3
23-dic-16	5075881.3	21251700.0	21.3	5903.3
24-dic-16	4194325.0	17560800.0	17.6	4878.0
25-dic-16	5156921.8	21591000.0	21.6	5997.5
26-dic-16	6673780.1	27941782.6	27.9	7761.6
27-dic-16	5707867.6	23897700.0	23.9	6638.3
28-dic-16	4834694.8	20241900.0	20.2	5622.8
29-dic-16	5327816.0	22306500.0	22.3	6196.3
30-dic-16	4720335.3	19763100.0	19.8	5489.8
31-dic-16	6258670.6	26203802.0	26.2	7278.8

Tabla N°07: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y W.h/m^2 , durante el 29 de noviembre del 2016.

Día	Tiempo	mV	W/m^2	cal/m^2	J/m^2	MJ/m^2	W.h/m^2
29-nov-16	09:11:00	9.1	748	117884.8	493560	0.49	137.1
29-nov-16	09:12:00	9.2	756	10834.0	45360	0.05	12.6
29-nov-16	09:14:00	9.4	772	22098.0	92520	0.09	25.7
29-nov-16	09:15:00	9.2	756	10834.0	45360	0.05	12.6
29-nov-16	09:16:00	9.6	789	11264.0	47160	0.05	13.1
29-nov-16	09:19:00	9.4	772	33190.0	138960	0.14	38.6
29-nov-16	09:30:00	10.2	838	132158.2	553320	0.55	153.7
29-nov-16	09:32:00	10.6	871	24935.5	104400	0.10	29
29-nov-16	09:36:00	10.2	838	48065.3	201240	0.20	55.9
29-nov-16	09:38:00	9.7	797	22871.9	95760	0.10	26.6
29-nov-16	09:41:00	10	822	35339.6	147960	0.15	41.1
29-nov-16	09:45:00	10	822	47119.5	197280	0.20	54.8
29-nov-16	09:52:00	10.5	863	86586.4	362520	0.36	100.7
29-nov-16	09:58:00	10.7	879	75580.4	316440	0.32	87.9
29-nov-16	10:04:00	10.9	896	77042.1	322560	0.32	89.6
29-nov-16	10:12:00	11.4	937	107394.7	449640	0.45	124.9
29-nov-16	10:14:00	11.5	945	27085.1	113400	0.11	31.5
29-nov-16	10:26:00	11.3	929	159673.3	668520	0.67	185.7
29-nov-16	10:32:00	11.4	937	80567.5	337320	0.34	93.7
29-nov-16	10:33:00	11.5	945	13499.6	56520	0.06	15.7
29-nov-16	10:34:00	11.3	929	13327.6	55800	0.06	15.5
29-nov-16	10:43:00	12	986	127171.1	532440	0.53	147.9
29-nov-16	10:50:00	12.1	994	99742.0	417600	0.42	116
29-nov-16	10:57:00	12.4	1019	102235.6	428040	0.43	118.9
29-nov-16	11:04:00	12.6	1035	103869.3	434880	0.43	120.8
29-nov-16	11:12:00	12.7	1044	119604.5	500760	0.50	139.1
29-nov-16	11:17:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
29-nov-16	11:22:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
29-nov-16	11:27:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
29-nov-16	11:32:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
29-nov-16	11:37:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
29-nov-16	11:43:00	12.8	1052	90455.7	378720	0.38	105.2
29-nov-16	11:46:00	12.8	1052	45227.9	189360	0.19	52.6
29-nov-16	11:52:00	12.8	1052	90455.7	378720	0.38	105.2
29-nov-16	11:57:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
29-nov-16	12:02:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
29-nov-16	12:07:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6

29-nov-16	12:12:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
29-nov-16	12:17:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
29-nov-16	12:22:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
29-nov-16	12:27:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
29-nov-16	12:32:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
29-nov-16	12:37:00	12.5	1027	73602.8	308160	0.31	85.6
29-nov-16	12:42:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
29-nov-16	12:47:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
29-nov-16	12:52:00	12.5	1027	73602.8	308160	0.31	85.6
29-nov-16	12:57:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
29-nov-16	13:02:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
29-nov-16	13:07:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
29-nov-16	14:54:00	9.9	813	1130782.5	4734360	4.73	1315.1
29-nov-16	14:56:00	9.8	805	23043.9	96480	0.10	26.8
29-nov-16	14:59:00	9.5	781	33534.0	140400	0.14	39
29-nov-16	15:02:00	9.4	772	33190.0	138960	0.14	38.6
29-nov-16	15:06:00	9.2	756	43336.2	181440	0.18	50.4
29-nov-16	15:14:00	9.2	756	86672.4	362880	0.36	100.8
29-nov-16	15:18:00	8.7	715	41014.6	171720	0.17	47.7
29-nov-16	15:27:00	8.3	682	87962.2	368280	0.37	102.3
29-nov-16	15:35:00	7.7	633	72570.9	303840	0.30	84.4
29-nov-16	15:45:00	7.3	600	85984.5	360000	0.36	100
29-nov-16	15:50:00	7.1	583	41788.5	174960	0.17	48.6
29-nov-16	15:51:00	7.1	583	8340.5	34920	0.03	9.7
29-nov-16	16:03:00	6.4	526	90455.7	378720	0.38	105.2
29-nov-16				5212037.8	21821760	21.82	6061.6

Tabla N°08: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y $W.h/m^2$, durante el 03 de diciembre del 2016.

Día	Tempo	mV	W/m^2	cal/m^2	J/m^2	MJ/m^2	$W.h/m^2$
03-dic-16	09:46:00	10.4	855	12209.8	51120	0.05	14.2
03-dic-16	09:52:00	10.5	863	74204.6	310680	0.31	86.3
03-dic-16	09:57:00	10.7	879	63026.7	263880	0.26	73.3
03-dic-16	10:02:00	10.9	896	64144.5	268560	0.27	74.6
03-dic-16	10:07:00	11	904	64746.3	271080	0.27	75.3
03-dic-16	10:12:00	11.2	920	65950.1	276120	0.28	76.7
03-dic-16	10:19:00	11.3	929	93121.2	389880	0.39	108.3
03-dic-16	10:22:00	11.5	945	40584.7	169920	0.17	47.2
03-dic-16	10:27:00	11.6	953	68271.7	285840	0.29	79.4
03-dic-16	10:32:00	11.7	961	68873.6	288360	0.29	80.1
03-dic-16	10:37:00	11.7	961	68873.6	288360	0.29	80.1
03-dic-16	10:42:00	11.8	970	69475.5	290880	0.29	80.8
03-dic-16	10:47:00	12	986	70679.3	295920	0.30	82.2
03-dic-16	10:52:00	12.1	994	71281.2	298440	0.30	82.9
03-dic-16	10:57:00	12.1	994	71281.2	298440	0.30	82.9
03-dic-16	11:02:00	12.2	1002	71797.1	300600	0.30	83.5
03-dic-16	11:07:00	12.2	1002	71797.1	300600	0.30	83.5
03-dic-16	11:12:00	12.3	1011	72399.0	303120	0.30	84.2
03-dic-16	11:17:00	12.4	1019	73000.9	305640	0.31	84.9
03-dic-16	11:22:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
03-dic-16	11:27:00	12.5	1027	73602.8	308160	0.31	85.6
03-dic-16	11:32:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
03-dic-16	11:37:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
03-dic-16	11:42:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
03-dic-16	11:47:00	9.7	797	57093.7	239040	0.24	66.4
03-dic-16	11:52:00	11	904	64746.3	271080	0.27	75.3
03-dic-16	11:57:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
03-dic-16	12:02:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
03-dic-16	12:07:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
03-dic-16	12:12:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
03-dic-16	12:17:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
03-dic-16	12:22:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
03-dic-16	12:27:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
03-dic-16	12:32:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
03-dic-16	12:37:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
03-dic-16	12:42:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
03-dic-16	12:47:00	13.1	1076	77128.1	322920	0.32	89.7

03-dic-16	12:52:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
03-dic-16	12:57:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
03-dic-16	13:02:00	10.6	871	62424.8	261360	0.26	72.6
03-dic-16	13:09:00	7.5	616	61822.9	258840	0.26	71.9
03-dic-16	13:12:00	12.4	1019	43766.1	183240	0.18	50.9
03-dic-16	13:17:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
03-dic-16	13:22:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
03-dic-16	13:27:00	13.5	1109	79449.7	332640	0.33	92.4
03-dic-16	13:32:00	10.6	871	62424.8	261360	0.26	72.6
03-dic-16	13:37:00	5.6	460	32932.1	137880	0.14	38.3
03-dic-16	13:42:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
03-dic-16	13:47:00	6.3	518	37059.3	155160	0.16	43.1
03-dic-16	13:52:00	7.4	608	43594.2	182520	0.18	50.7
03-dic-16	13:57:00	5	411	29406.7	123120	0.12	34.2
03-dic-16	14:02:00	6.7	551	39466.9	165240	0.17	45.9
03-dic-16	14:07:00	11.4	937	67153.9	281160	0.28	78.1
03-dic-16	14:12:00	11.4	937	67153.9	281160	0.28	78.1
03-dic-16	14:17:00	11.2	920	65950.1	276120	0.28	76.7
03-dic-16	14:22:00	10.8	887	63628.5	266400	0.27	74
03-dic-16	14:27:00	10.8	887	63628.5	266400	0.27	74
03-dic-16	14:32:00	10.4	855	61221.0	256320	0.26	71.2
03-dic-16	14:37:00	10.1	830	59501.3	249120	0.25	69.2
03-dic-16	14:42:00	9.8	805	57695.6	241560	0.24	67.1
03-dic-16	14:47:00	9.5	781	55975.9	234360	0.23	65.1
03-dic-16	14:52:00	9.3	764	54772.1	229320	0.23	63.7
03-dic-16	14:57:00	9.1	748	53568.4	224280	0.22	62.3
03-dic-16	15:02:00	8.8	723	51848.7	217080	0.22	60.3
03-dic-16	15:07:00	8.6	707	50644.9	212040	0.21	58.9
03-dic-16	15:12:00	8.5	698	50043.0	209520	0.21	58.2
03-dic-16	15:17:00	8.1	666	47721.4	199800	0.20	55.5
03-dic-16	15:22:00	7.9	649	46517.6	194760	0.19	54.1
03-dic-16	15:27:00	7.7	633	45313.8	189720	0.19	52.7
03-dic-16	15:32:00	7.5	616	44196.0	185040	0.19	51.4
03-dic-16	15:37:00	7.4	608	43594.2	182520	0.18	50.7
03-dic-16	15:42:00	7.4	608	43594.2	182520	0.18	50.7
03-dic-16	15:47:00	7	575	41186.6	172440	0.17	47.9
03-dic-16	15:52:00	6.6	542	38865.0	162720	0.16	45.2
03-dic-16	15:57:00	6.3	518	37059.3	155160	0.16	43.1
03-dic-16	16:02:00	6.1	501	35941.5	150480	0.15	41.8
03-dic-16	16:07:00	5.9	485	34737.7	145440	0.15	40.4
03-dic-16	16:12:00	5.5	452	32416.2	135720	0.14	37.7
03-dic-16	16:17:00	5.3	435	31212.4	130680	0.13	36.3
03-dic-16	16:22:00	5	411	29406.7	123120	0.12	34.2
03-dic-16	16:27:00	4.7	386	27687.0	115920	0.12	32.2

03-dic-16	16:32:00	4.3	353	25279.4	105840	0.11	29.4
03-dic-16	16:37:00	4	329	23559.8	98640	0.10	27.4
03-dic-16	16:42:00	3.7	304	21754.1	91080	0.09	25.3
03-dic-16	16:52:00	3.4	279	40068.8	167760	0.17	46.6
03-dic-16	16:57:00	3.2	263	18830.6	78840	0.08	21.9
03-dic-16	17:02:00	3	247	17626.8	73800	0.07	20.5
03-dic-16	17:07:00	2.8	230	16509.0	69120	0.07	19.2
03-dic-16	17:12:00	2.6	214	15305.2	64080	0.06	17.8
03-dic-16	17:17:00	2.4	197	14101.5	59040	0.06	16.4
03-dic-16	17:22:00	2	164	11779.9	49320	0.05	13.7
03-dic-16	17:27:00	1.8	148	10576.1	44280	0.04	12.3
03-dic-16	17:32:00	1.5	123	8856.4	37080	0.04	10.3
03-dic-16	17:37:00	1.3	107	7652.6	32040	0.03	8.9
03-dic-16	17:42:00	1.1	90	6448.8	27000	0.03	7.5
03-dic-16	17:47:00	0.9	74	5331.0	22320	0.02	6.2
03-dic-16	17:52:00	0.7	58	4127.3	17280	0.02	4.8
03-dic-16	17:57:00	0.5	41	2923.5	12240	0.01	3.4
03-dic-16	18:02:00	0.4	33	2321.6	9720	0.01	2.7
03-dic-16	18:07:00	0.2	16	1203.8	5040	0.01	1.4
03-dic-16				5105932.9	21377520	21.38	5938.2

Tabla N°09: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y W.h/m^2 , durante el 26 de diciembre del 2016.

Día	Tiempo	mV	W/m^2	cal/m^2	J/m^2	MJ/m^2	W.h/m^2
26-dic-16	10:20:00	11.8	970	69475.5	290880	0.29	80.8
26-dic-16	10:25:00	11.7	961	68873.6	288360	0.29	80.1
26-dic-16	10:30:00	11.6	953	68271.7	285840	0.29	79.4
26-dic-16	10:35:00	11.8	970	69475.5	290880	0.29	80.8
26-dic-16	10:40:00	11.8	970	69475.5	290880	0.29	80.8
26-dic-16	10:45:00	11.9	978	70077.4	293400	0.29	81.5
26-dic-16	10:50:00	11.9	978	70077.4	293400	0.29	81.5
26-dic-16	10:55:00	12	986	70679.3	295920	0.30	82.2
26-dic-16	11:00:00	12.1	994	71281.2	298440	0.30	82.9
26-dic-16	11:07:00	12.2	1002	71797.1	300600	0.30	83.5
26-dic-16	11:15:00	12.2	1002	71797.1	300600	0.30	83.5
26-dic-16	11:20:00	12.2	1002	71797.1	300600	0.30	83.5
26-dic-16	11:25:00	12.3	1011	72399.0	303120	0.30	84.2
26-dic-16	11:30:00	12.3	1011	72399.0	303120	0.30	84.2
26-dic-16	11:35:00	12.5	1027	73602.8	308160	0.31	85.6
26-dic-16	11:40:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
26-dic-16	11:45:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
26-dic-16	11:50:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
26-dic-16	11:56:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:00:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:05:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
26-dic-16	12:10:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
26-dic-16	12:15:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
26-dic-16	12:20:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:27:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
26-dic-16	12:30:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:35:00	13	1068	76526.2	320400	0.32	89
26-dic-16	12:40:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:45:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:50:00	12.9	1060	75924.3	317880	0.32	88.3
26-dic-16	12:55:00	12.7	1044	74806.5	313200	0.31	87
26-dic-16	13:00:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
26-dic-16	13:05:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
26-dic-16	13:10:00	12.8	1052	75322.4	315360	0.32	87.6
26-dic-16	13:15:00	12.6	1035	74204.6	310680	0.31	86.3
26-dic-16	13:22:00	12.4	1019	73000.9	305640	0.31	84.9
26-dic-16	13:25:00	12.4	1019	73000.9	305640	0.31	84.9

26-dic-16	13:31:00	12.3	1011	72399.0	303120	0.30	84.2
26-dic-16	13:35:00	12.3	1011	72399.0	303120	0.30	84.2
26-dic-16	13:40:00	12.1	994	71281.2	298440	0.30	82.9
26-dic-16	13:45:00	12.1	994	71281.2	298440	0.30	82.9
26-dic-16	13:50:00	11.9	978	70077.4	293400	0.29	81.5
26-dic-16	13:55:00	11.9	978	70077.4	293400	0.29	81.5
26-dic-16	13:59:00	11.8	970	69475.5	290880	0.29	80.8
26-dic-16	14:05:00	11.7	961	68873.6	288360	0.29	80.1
26-dic-16	14:10:00	11.6	953	68271.7	285840	0.29	79.4
26-dic-16	14:15:00	11.4	937	67153.9	281160	0.28	78.1
26-dic-16	14:20:00	11.4	937	67153.9	281160	0.28	78.1
26-dic-16	14:25:00	11.2	920	65950.1	276120	0.28	76.7
26-dic-16	14:30:00	11.2	920	65950.1	276120	0.28	76.7
26-dic-16	14:36:00	11	904	64746.3	271080	0.27	75.3
26-dic-16	14:40:00	10.6	871	62424.8	261360	0.26	72.6
26-dic-16	14:45:00	10.6	871	62424.8	261360	0.26	72.6
26-dic-16	14:57:00	10.1	830	59501.3	249120	0.25	69.2
26-dic-16	15:00:00	9.8	805	57695.6	241560	0.24	67.1
26-dic-16	15:05:00	9.5	781	55975.9	234360	0.23	65.1
26-dic-16	15:11:00	9.4	772	55374.0	231840	0.23	64.4
26-dic-16	15:15:00	9.3	764	54772.1	229320	0.23	63.7
26-dic-16	15:20:00	9.4	772	55374.0	231840	0.23	64.4
26-dic-16	15:25:00	9.1	748	53568.4	224280	0.22	62.3
26-dic-16	15:30:00	9.1	748	53568.4	224280	0.22	62.3
26-dic-16	15:35:00	9.5	781	55975.9	234360	0.23	65.1
26-dic-16	15:40:00	9.9	813	58297.5	244080	0.24	67.8
26-dic-16	15:45:00	9.9	813	58297.5	244080	0.24	67.8
26-dic-16	15:50:00	9.5	781	55975.9	234360	0.23	65.1
26-dic-16	15:55:00	9.4	772	55374.0	231840	0.23	64.4
26-dic-16	16:00:00	8.6	707	50644.9	212040	0.21	58.9
26-dic-16	16:05:00	8.3	682	48839.2	204480	0.20	56.8
26-dic-16	16:10:00	7.5	616	44196.0	185040	0.19	51.4
26-dic-16	16:15:00	7	575	41186.6	172440	0.17	47.9
26-dic-16	16:20:00	4.4	362	25881.3	108360	0.11	30.1
26-dic-16	16:25:00	4.5	370	26483.2	110880	0.11	30.8
26-dic-16	16:30:00	5	411	29406.7	123120	0.12	34.2
26-dic-16	16:35:00	3	247	17626.8	73800	0.07	20.5
26-dic-16	16:40:00	3	247	17626.8	73800	0.07	20.5
26-dic-16	16:45:00	3.1	255	18228.7	76320	0.08	21.2
26-dic-16	16:50:00	2.7	222	15907.1	66600	0.07	18.5
26-dic-16	16:55:00	2.3	189	13499.6	56520	0.06	15.7
26-dic-16	17:00:00	2.4	197	14101.5	59040	0.06	16.4
26-dic-16	17:05:00	2.3	189	13499.6	56520	0.06	15.7
26-dic-16	17:10:00	2.2	181	12983.7	54360	0.05	15.1

26-dic-16	17:15:00	2	164	11779.9	49320	0.05	13.7
26-dic-16	17:20:00	1.8	148	10576.1	44280	0.04	12.3
26-dic-16	17:25:00	1.9	156	11178.0	46800	0.05	13
26-dic-16	17:30:00	1.6	131	9458.3	39600	0.04	11
26-dic-16	17:35:00	1.4	115	8254.5	34560	0.03	9.6
26-dic-16	17:41:00	1.1	90	6448.8	27000	0.03	7.5
26-dic-16	17:46:00	0.9	74	5331.0	22320	0.02	6.2
26-dic-16	17:50:00	0.7	58	4127.3	17280	0.02	4.8
26-dic-16				4997334.5	20922840	20.92	5811.9

Tabla N°10: Irradiancia obtenida en W/m^2 medido con radiómetro y microvoltímetro, en el Caserío de Los Coronados, e irradiación solar calculada por integración aproximada, presentado en las unidades cal/m^2 , J/m^2 , MJ/m^2 y $W.h/m^2$, durante el 31 de diciembre del 2016.

Día	Tiempo	mV	W/m^2	cal/m^2	J/m^2	MJ/m^2	$W.h/m^2$
31-dic-16	10:00:00	11.7	961	206620.8	865080	0.87	240.3
31-dic-16	10:23:00	10.7	879	289767.8	1213200	1.21	337
31-dic-16	10:25:00	9.2	756	21668.1	90720	0.09	25.2
31-dic-16	10:30:00	8.8	723	51848.7	217080	0.22	60.3
31-dic-16	10:44:00	9.6	789	158297.5	662760	0.66	184.1
31-dic-16	10:49:00	8	657	47119.5	197280	0.20	54.8
31-dic-16	10:56:00	11.1	912	91487.5	383040	0.38	106.4
31-dic-16	11:03:00	14.5	1191	119518.5	500400	0.50	139
31-dic-16	11:14:00	10.6	871	137317.3	574920	0.57	159.7
31-dic-16	11:21:00	10.8	887	88994.0	372600	0.37	103.5
31-dic-16	11:27:00	11.5	945	81255.4	340200	0.34	94.5
31-dic-16	11:37:00	10.8	887	127171.1	532440	0.53	147.9
31-dic-16	12:16:00	13.2	1085	357523.6	1496880	1.50	415.8
31-dic-16	12:23:00	9.8	805	80739.5	338040	0.34	93.9
31-dic-16	12:29:00	13.2	1085	93293.2	390600	0.39	108.5
31-dic-16	12:34:00	9.4	772	55374.0	231840	0.23	64.4
31-dic-16	12:42:00	8.7	715	81943.3	343080	0.34	95.3
31-dic-16	12:59:00	12.4	1019	248237.3	1039320	1.04	288.7
31-dic-16	13:06:00	11.1	912	91487.5	383040	0.38	106.4
31-dic-16	13:15:00	10.8	887	114445.4	479160	0.48	133.1
31-dic-16	13:24:00	7.2	592	76268.3	319320	0.32	88.7
31-dic-16	13:59:00	11.4	937	469819.4	1967040	1.97	546.4
31-dic-16	14:18:00	11.5	945	257265.7	1077120	1.08	299.2
31-dic-16	14:25:00	11.3	929	93121.2	389880	0.39	108.3
31-dic-16	14:29:00	11.5	945	54170.2	226800	0.23	63
31-dic-16	14:37:00	11.1	912	104557.2	437760	0.44	121.6
31-dic-16	14:40:00	11.2	920	39552.9	165600	0.17	46
31-dic-16	14:44:00	11	904	51848.7	217080	0.22	60.3
31-dic-16	14:50:00	11.5	945	81255.4	340200	0.34	94.5
31-dic-16	14:59:00	7.7	633	81599.3	341640	0.34	94.9
31-dic-16	15:04:00	6.3	518	37059.3	155160	0.16	43.1
31-dic-16				3890627.7	16289280	16.29	4524.8

[SSE
Homepage](#)
[Find A Different Location](#)
[Accuracy](#)
[Methodology](#)
[Parameters
\(Units & Definition\)](#)


NASA Surface meteorology and Solar Energy - Available Tables



Latitude **-6.582** / Longitude **-79.865** was chosen.

Geometry Information

Elevation: **1015** meters
taken from the
NASA GEOS-4
model elevation

Northern boundary
-6
Center
Latitude **-6.5**
Longitude **-79.5**
Western boundary
-80
Eastern boundary
-79
Southern boundary
-7

Parameters for Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications:

Monthly Averaged Direct Normal Radiation (kWh/m²/day)

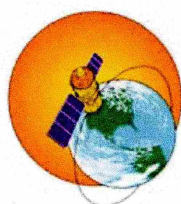
Lat -6.582 Lon -79.865	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5.12	4.62	5.20	5.01	4.87	4.50	4.34	4.49	5.03	5.33	5.57	5.53	4.97

Minimum And Maximum Difference From Monthly Averaged Direct Normal Radiation (%)

Lat -6.582 Lon -79.865	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Minimum	-20	-27	-16	-24	-18	-32	-30	-18	-8	-14	-9	-20
Maximum	15	21	11	14	12	22	23	15	15	14	16	13

NOTE: Diffuse radiation, direct normal radiation and tilted surface radiation are not calculated when the clearness index (K) is below 0.3 or above 0.8.

[Parameter Definition](#)



[Back to SSE Data](#)
[Set Home Page](#)

Responsible > Data: Paul W. Stackhouse, Jr., Ph.D.
Officials > Archive: John M. Kusterer
Site Administration/Help: NASA Langley [ASDC](#) User
Services ([Contact Us](#))
([Privacy Policy and Important Notices](#))
Document generated on Wed Jan 31 17:37:47 EST 2018

<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=101084&lat=-6.582&hgt=100&submit=Submit&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.g...>

Figura N°13: Irradiación solar brindado por la NASA, para la ubicación del Caserío de Los Coronados. Fuente: NASA 2018

[SSE
Homepage](#)
[Find A Different Location](#)
[Accuracy](#)
[Methodology](#)
[Parameters
\(Units & Definition\)](#)


NASA Surface meteorology and Solar Energy - Available Tables



Latitude **-6.816** / Longitude **-79.917** was chosen.

Geometry Information

Elevation: **1015** meters
taken from the
NASA GEOS-4
model elevation

Northern boundary
-6
Center
Latitude **-6.5**
Longitude **-79.5**
Western boundary **-80** Eastern boundary **-79**
Southern boundary
-7

Parameters for Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications:

Monthly Averaged Direct Normal Radiation (kWh/m²/day)

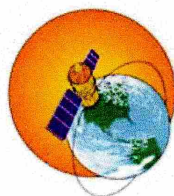
Lat -6.816 Lon -79.917	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	5.11	4.61	5.21	5.01	4.88	4.51	4.35	4.50	5.03	5.33	5.57	5.52	4.97

Minimum And Maximum Difference From Monthly Averaged Direct Normal Radiation (%)

Lat -6.816 Lon -79.917	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Minimum	-20	-27	-16	-24	-18	-32	-30	-18	-8	-14	-9	-20
Maximum	15	21	11	14	12	22	23	15	15	14	16	13

NOTE: Diffuse radiation, direct normal radiation and tilted surface radiation are not calculated when the clearness index (K) is below 0.3 or above 0.8.

[Parameter Definition](#)



[Back to SSE Data](#)
[Set Home Page](#)

Responsible > Data: Paul W. Stackhouse, Jr., Ph.D.
Officials > Archive: John M. Kusterer
Site Administration/Help: NASA Langley [ASDC](#) User
Services ([Contact Us](#))
[\[Privacy Policy and Important Notices\]](#)
Document generated on Wed Jan 31 17:32:00 EST 2018

<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=101084&lat=-6.816&hgt=100&submit=Submit&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.g...>

Figura N°14: Irradiación solar brindado por la NASA, para la ubicación de la Estación Climatológica fundo el Ciénago de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Fuente: NASA 2018

ENERGÍA QUE SE UTILIZÓ EN EL CASERÍO LOS CORONADOS DEL DISTRITO DE MOCHUMÍ EN EL 2014

1. ¿Qué tipo de leña se utilizó para cocinar sus alimentos?

a) algarrobo: ☐

b) faique: ☐

c) Otras leñas :

2. ¿Qué cantidad de leña se consumió diariamente para cocinar sus alimentos?

a) 1 rajas de leña (4 kilos aproximadamente): ☐

b) 2 rajas de leña (8 kilos aproximadamente): ☐

c) 3 rajas de leñas (12 kilos aproximadamente): ☐

d) otra cantidad de rajas de leña:.....

Figura N°15: Encuesta realizada, para determinar la cantidad de leña consumida durante el período agosto a diciembre del año 2014

ENERGÍA QUE SE UTILIZÓ EN EL CASERÍO LOS CORONADOS DEL DISTRITO DE MOCHUMÍ EN EL 2015

1. ¿Qué tipo de leña se utilizó para cocinar sus alimentos?

a) algarrobo: ☐

b) faique: ☐

c) Otras leñas :

2. ¿Qué cantidad de leña se consumió diariamente para cocinar sus alimentos?

a) 1 rajas de leña (4 kilos aproximadamente): ☐

b) 2 rajas de leña (8 kilos aproximadamente): ☐

c) 3 rajas de leñas (12 kilos aproximadamente): ☐

d) otra cantidad de rajas de leña:.....

Figura N°16: Encuesta realizada, para determinar la cantidad de leña consumida durante el período agosto a diciembre del año 2015

ENERGÍA QUE SE PUEDE UTILIZAR EN EL CASERÍO LOS CORONADOS DEL DISTRITO DE MOCHUMÍ

1. ¿Qué tipo de leña se puede utilizar para cocinar sus alimentos?

a) algarrobo:

b) faique:

c) Otras leñas :.....

2. ¿Qué cantidad de leña se puede consumir diariamente para cocinar sus alimentos?

a) 1 rajas de leña (4 kilos aproximadamente):

b) 2 rajas de leña (8 kilos aproximadamente):

c) 3 rajas de leñas (12 kilos aproximadamente):

d) otra cantidad de rajas de leña:.....

Figura N°17: Encuesta realizada, para determinar la cantidad de leña consumida durante el período agosto a diciembre del año 2016



Figura N°18: Foto del Caserío de Los Coronados en el 2016.



Figura N°19: Foto de leña de algarrobo almacenada en un predio del Caserío de Los Coronados.



Figura N°20: Foto de leña de algarrobo con peso 8kg utilizado para cocinar los alimentos.

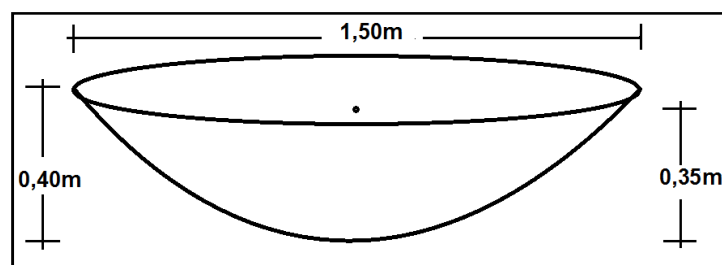


Figura N°21: Dibujo del paraboloide, con escala 1:20, utilizado en la construcción del concentrador solar.

Para la construcción del concentrador solar, se inició con la ecuación de la parábola centrada en el origen del sistema de coordenadas cartesianas: $x^2 = \frac{1125}{8} \cdot y$, cuyo

parámetro es igual a $p=1125/32 \cong 35 \text{ cm}=0,35 \text{ m}$; el cual es la longitud desde el vértice hasta el punto focal.

La longitud de una rama de la parábola es: $L = \int_0^{75} \sqrt{1 + (\frac{16}{1125}x)^2} dx \cong 87,4 \text{ cm}$

A partir del principio de momentos, la coordenada equis del centro de gravedad de una de las una de las ramas de la parábola, se relaciona con la ecuación $\bar{x}.L =$

$$\int_0^{75} x \cdot \sqrt{1 + (\frac{16}{1125}x)^2} dx \cong 3503 \text{ cm}^2$$

Por el teorema de Pappus el área de la superficie para el concentrador solar es: $A= 2.\pi. \bar{x}.L \cong 22010 \text{ cm}^2 = 2,2 \text{ m}^2$.

Reemplazando el radio de 75 cm en la ecuación de la parábola y despejando “y”, se obtiene la altura del concentrador solar: $h=8*75^2/1125=40 \text{ cm}=0,40 \text{ m}$

Cuadro N° 02: Costos de los materiales utilizados para construir el concentrador solar y el soporte

Cantidad	Precio (soles)
2,5 m ² de cartón reutilizable	5,00
12 m de hierro de 6 mm de diámetro	12,00
1,7 m de tubo usado de hierro	10,00
1 m de alambre	2,00
0,32 L de pegamento	5,00
05 m de mylar aluminizado	5,00
soldadura eléctrica	10,00
04 tablas de madera de 2 cmx4cm y 1m de largo	8,00
02 tablas de madera de 2cmx 4cm y 0,5 m de largo	2,00
02 tablas de madera de 2cmx4cm y 1,70 m de largo	6,80
06 pernos con tuerca	3,00
0,16 L de pintura	5,00
total	73,80

Fuente: Propia



Figura N°22: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.



Figura N°23: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.



Figura N°24: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.



Figura N°25: Foto del proceso de construcción del concentrador solar.



Figura N°26: Foto del concentrador solar terminado con una olla de hierro de 10 cm de alto por 16,5cm de diámetro en el punto de concentración de los rayos solares.



Figura N°27: Foto del radiómetro Kipp& Zonen, colocado en campo abierto y que proporcionó la información de magnitud diferencia de potencial, el cual se registró con un microvoltímetro.

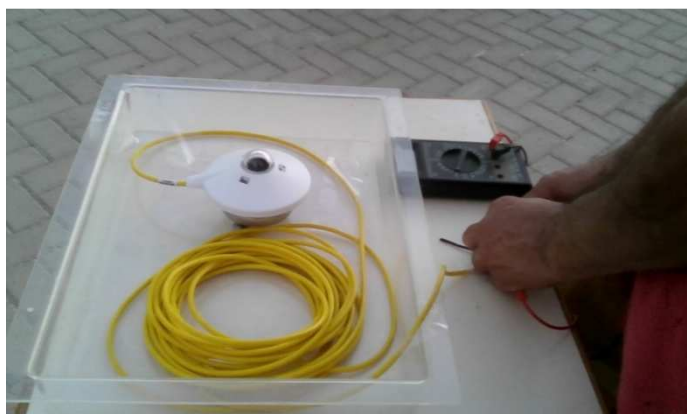


Figura N°28: Foto durante el registro por el microvoltímetro, de la información entregada por el radiómetro Kipp& Zonen.



Figura N°29: Foto en un predio del Caserío de Los Coronados, proceso de cocimiento de 300 g de huevos en un litro de agua, con una temperatura inicial de 26°C mediante un concentrador solar.



Figura N°30: Foto donde se muestran los 300g de huevos cocidos, con 1 litro de agua a una temperatura final de 87°C en un tiempo de 29 minutos, mediante un concentrador solar.



Figura N°31: Foto vigilando el cocimiento de 300g de huevos con 1 litro de agua e inicialmente utilizando 8kg de leña en el Caserío de Los Coronados.



Figura N°32: Foto donde se observan los 300g de huevos cocidos en un 1 litro de agua, donde se consumió 4kg aproximadamente de leña de algarrobo, de los 8kg que se colocaron para cocinar.



Figura N°33: Foto mostrando 100 gramos de pollo para su cocimiento mediante el concentrador solar, en las inmediaciones del Caserío de Los Coronados.



Figura N°34: Foto mostrando además el agregado a la olla de 100gr verduras diversas (zapallo, apio, zanahoria, col), 100 g de papa y 50 g de fideo en 900 ml de agua, a una temperatura inicial de 27°C.



Figura N°35: Foto de vigilancia del proceso de cocimiento en el concentrador solar de la sopa de verduras; que duró 2.5 horas a una temperatura final de 90°C.



Figura N°36: Foto del proceso de cocimiento en el concentrador solar, de 180 g de pollo, 300g de arroz, agua 425 ml, aceite 2ml con $\frac{1}{2}$ cucharada pequeña de sal a una temperatura inicial de 31°C, en las inmediaciones de la institución educativa del Caserío de Los Coronados.

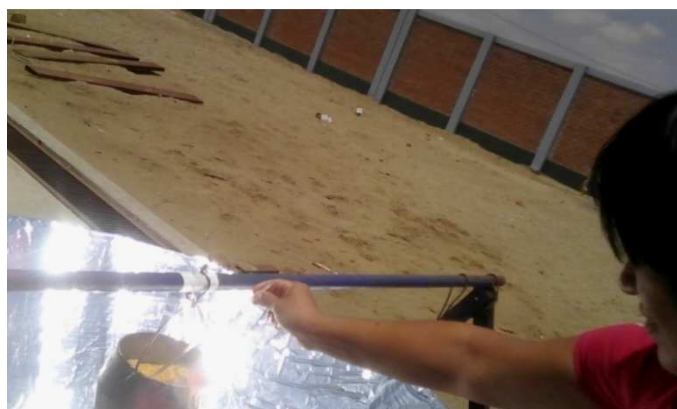


Figura N°37: Foto del cocimiento de los 180 g de carne de pollo, 300g de arroz, agua 425 ml, aceite 2ml con $\frac{1}{2}$ cucharada pequeña de sal, mediante el concentrador solar en las inmediaciones de la institución educativa del Caserío de Los Coronados, a la temperatura de 103°C en tiempo de 1h.