



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE UNA MINICENTRAL TERMOELÉCTRICA DE
5KW, UTILIZANDO LA CASCARILLA DE ARROZ COMO
COMBUSTIBLE EN EL CASERÍO MIRAFLORES –
MONSEFÚ DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autores:

**Bach. Quintana Taboada, Sergio Junior
Bach. Salazar Chafloque, Jose Elar**

Asesor:

**MSc. Villalobos Cabrera, Jony
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-5498>**

**Línea de Investigación:
Generación de Energía Renovable**

**Pimentel – Perú
2017**

DISEÑO DE UNA MINICENTRAL TERMOELÉCTRICA DE 5KW, UTILIZANDO LA CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE EN EL CASERÍO MIRAFLORES – MONSEFÚ DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Presentado por:

Quintana Taboada Sergio Junior
Autor

Salazar Chafloque Jose Elar
Autor

MSc. Rojas Coronel Angel Marcelo
Asesor Metodológico

MSc. Villalobos Cabrera Jony
Asesor Especialista

**PRESENTADA A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

APROBADO POR:

MSc. Rojas Coronel Angel Marcelo
Presidente del jurado de tesis

MSc. Amaya Checa Manuel Luis
Secretario de jurado de tesis

MSc. Villalobos Cabrera Jony
Vocal del jurado de Tesis

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a toda mi familia.

Para mis padres, por toda su comprensión y ayuda en momentos malos y buenos.

Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, a todo ellos con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para mi madre, a ella especialmente le dedico esta tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su cariño y amor, por ser tal y como es. Realmente ella me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Nunca le podre estar suficientemente agradecido.

Quintana Taboada Sergio Junior

La presente tesis se la dedico a mi familia que gracias a su apoyo moral y económico me ayudaron a concluir mi carrera profesional.

A mis abuelos, padres y hermanos por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mis abuelos por inculcarme su enseñanza sus valores y el respeto como persona y estudiante y como futuro profesional.

A mis padres por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre y brindándome su amor.

A mis hermanos por estar siempre presente y ser el motivo para crecer cada más como persona y como futuro profesional.

A mis amigos Jaime Ballena y Saúl Gonzales que me llenaron de consejos sabiduría y gratitud para el termino de mi tesis.

A todos en general por darme el tiempo para realizarme profesionalmente

Salazar Chafloque José Elar

AGRADECIMIENTO

Esta tesis representa el final de mi vida escolar y el inicio de mi vida profesional. Las grandes experiencias que obtuve a lo largo de la carrera profesional fueron muchas, las cuales me han enseñado a nunca abandonar nuestros ideales y mucho menos las metas que nos proponemos en la vida.

Agradezco a Dios y a mis Padres Sergio y clara.

Por haberme guiado en este camino tan difícil, por haberme brindado la confianza en la realización de mis sueños, por brindarme esta educación de las cuales pueden sentirse orgullosos.

A mi madre en especial por toda la gran sabiduría que solo ella podría haberme aportado, gracias por todo tu cariño y comprensión. Gracias por todas las noches de desvelo en las que siempre estuviste conmigo.

A mi asesor especialista y toda la familia por haberme apoyado a lo largo de mi carrera.

Por último, quiero agradecer a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y diversión. A todos aquellos que durante los últimos años que duró este sueño logró convertirse en una realidad.

Quintana Taboada Sergio Junior

En primer lugar, a Dios por siempre bendecirme en cada momento, y permitirme presentar la tesis

A la universidad por todos los conocimientos que me ha otorgado mediante su excelente plana docente para forjarme como un buen profesional

Me gustaría agradecer sinceramente a mis asesores de tesis y metodológico que sin ellos no se hubiera sido posible alcanzar el proceso de nuestra tesis

A Ingeniero Marcelo Rojas Coronel por sus orientaciones, sus conocimientos brindados en cada clase, su paciencia y motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Al magister James Celada Padilla por brindarnos su confianza y su apoyo y ser una guía primordial para nuestra tesis e inculcarme en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador.

Salazar Chafloque José Elar

INDICE

.....	1
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	5
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción	11
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. Situación Problemática	15
1.2. Formulación Del Problema.....	19
1.3 Delimitación De La Investigación	20
1.4 Justificación e Importancia De La Investigación.....	20
1.5. Limitaciones De La Investigación.....	22
Objetivo general	22
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes De La Investigación.....	24
2.2. Estado Del Arte.....	27
2.3 Base teórica científica.....	33
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	68
3.1. Tipo y diseño de investigación	68
3.2. Población y muestra.....	69
3.3. Hipótesis.....	69
3.4. Variables.....	69
3.5 Operacionalización de variables.....	70
3.6 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
3.7. Procedimiento para la recolección de datos.....	76
3.8 Procedimientos de Recolección de Información	77
3.9 Plan de análisis estadístico de datos.....	87
3.10 Criterios Éticos.....	88
3.11 Criterios de rigor científico.....	89
CAPITULO IV: CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	91
4.1 Cálculo y Selección De Equipos	91
4.2. Mantenimiento De La Mini central Termoeléctrica Generalidades.....	133

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	150
5.1. Resultados En Tablas Y Graficas	150
5.2. Discusión De Resultados	160
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	162
Conclusiones	162
Recomendaciones	165
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	167
ANEXOS	170

Resumen

El presente proyecto de titulación está destinado a la utilización de la cascarilla de arroz como combustible en el diseño de una minicentral termoeléctrica de 5kw, para la generación de energía eléctrica, dicho residuo agrícola es muy abundante en la zona en beneficio de dicho caserío, lo cual se ha realizado un estudio detallado de este tipo de biomasa como alternativa de combustión.

Para la obtención de dichas informaciones se realizó diferentes análisis en diferentes molinos llevando muestra de la cascarilla de arroz de dicho caserío y saber el porcentaje exacto del residuo agrícola, que nos resultado un 19% y una densidad aparente de 110 Kg/m³ de nuestra investigación. Se realizó un análisis fisicoquímico de la cascarilla de arroz del caserío Miraflores-Monsefú, en el laboratorio de química de la universidad PEDRO RUIZ GALLO para saber con exactitud cada una de sus propiedades, obteniendo como resultado, densidad compactada de 0.666 g/ml, humedad de 5%, material volátil de 65 %, cenizas de 20 %, carbón fijo de 10% y su poder calorífico de 2770 kcal/kg.

Se realizó entrevistas a los especialistas a los Ingenieros James Celada Padilla y Adrián Zapata Sernaque, ya que tienen gran conocimiento del tema de diseño de plantas termoeléctricas con biomasa, que fueron de bastante ayuda para nuestra investigación, realizamos encuestas a los pobladores de la zona para saber su problemática en que se encontraban. Realizamos guías de observación, para la identificación de cada elemento que conformara el proceso de la minicentral termoeléctrica, se realizó guía de análisis de documentos las cuales tendremos que regirnos a normas ambientales y riesgos en el proceso de la planta termoeléctrica.

Palabras Claves:

Cascarilla de arroz, turbocompresor, alternador, combustión.

Abstract

This project is intended to titration using rice husk as fuel for designing a thermoelectric mini 5kw in power generation, agricultural residue that is very abundant in the area for the benefit of the village, which it has made a detailed study of this type of biomass as an alternative fuel.

To obtain this information different analysis was performed on different sample mills carrying rice husk of the village and know the exact percentage of agricultural waste, which resulted in a 19% and a bulk density of 110 kg/m ³ our research.

a physicochemical analysis of rice husk hamlet Miraflores-Monsefú in the chemistry laboratory of the University Pedro Ruiz Gallo to know exactly each of its properties, was performed resulting in compacted 0.666 g / ml density, moisture of 5%, 65% volatile matter, ash 20%, 10% fixed carbon and calorific value of 2770 kcal / kg.

specialists interviews was performed to Engineers James Celada Padilla and Adrian Zapata Sernaque as they have great knowledge of the design theme of power plants with biomass, which were quite helpful to our investigation, we conducted surveys of residents of the area knowing that their problems were.

We conducted observation guides for the identification of each element that makes up the process of the thermoelectric mini, document analysis guide which we have to abide by environmental regulations and risks in the process of the thermoelectric plant was performed.

Keywords:

Rice husks, turbocharger, alternator, combustion.

Introducción

En el presente, la utilización de biocombustibles emerge como una alternativa energética innovadora. En el contexto particular del caserío que pretendemos beneficiar, se emplearán los residuos agrícolas para generar energía eléctrica destinada a las 8 viviendas. No obstante, lo novedoso no radica tanto en los biocombustibles en sí, sino en las tecnologías que posibilitan el manejo y la utilización controlada de biomasa, como el arroz en cascarilla, a modo de fuente de combustible.

En la actualidad, en la localidad de Miraflores en Monsefú, del departamento de Lambayeque, se han identificado 8 hogares que carecen de suministro de electricidad. Dado que se trata de una zona rural y distante de cualquier empresa eléctrica, estas viviendas no tienen acceso a energía eléctrica convencional. Para suplir esta necesidad, recurren al uso de baterías de automóvil o generadores eléctricos.

Se proyecta la edificación de una pequeña central termoeléctrica que empleará los desechos agrícolas de los habitantes locales con el objetivo de mejorar bienestar de vida. Se realizará una evaluación detallada y la recolección de datos obtenidos durante el procesamiento de pilado del arroz en la región de Lambayeque. Se ha completado un análisis energético para establecer las particularidades físico-químicas de la cáscara de arroz y su potencial calorífico. Este proyecto tiene como propósito aprovechar fuentes de energía renovable.

En los últimos tiempos, la sociedad ha tenido que lidiar con la elevada valía de las fuentes convencionales de corriente eléctrica, y de la creciente necesidad de esta para cubrir todas las actividades humanas. Por esta razón, se investigan y desarrollan

fuentes alternativas de energía para satisfacer esta demanda creciente y reemplazar los sistemas de generación convencionales, con la finalidad de dominar las muestras de gases contaminantes al medio ambiente.

La motivación detrás de este plan es abastecer de electricidad a los 8 hogares que no tienen acceso a ella en una región rural aislada. Esto se produce aprovechando la abundante cáscara de arroz disponible y fomentando el uso de energías renovables como parte de un estudio sobre energías limpias y más amigable con el medio ambiente.

Este informe de investigación presenta una estructura en capítulos que describen cada paso realizado del proyecto de la minicentral termoeléctrica.

En el Capítulo I: se aborda la situación del caserío que carece de suministro eléctrico y donde los residuos agrícolas actuales se proponen como producto básico para el proyecto de investigación.

Capítulo II: Este apartado abarca la información previa relevante para la investigación, que incluye avances en el campo de la energía térmica alimentadas por biomasa, así como progresos tecnológicos recientes en el manejo de residuos agrícolas. Estos conocimientos han sido beneficiosos para el desarrollo del proyecto.

Capítulo III: especifica el diseño de investigación, hipótesis, población y muestra, las variables independientes y dependientes, así como las variables de operacionalización relacionadas con dichas variables. También se describen las metodologías, instrumentos y técnicas de recoger datos, junto al diagrama de flujo de procesos que describe cada paso del proyecto.

Capítulo IV: Recopilar información mediante encuestas, análisis y consultas con especialistas, así como en los cálculos relacionados a los dispositivos electromecánicos que formarán parte del diseño de la minicentral termoeléctrica.

Capítulo V: Se describe el examen de encuestas efectuadas a los residentes del poblado, así como entrevistas con expertos en energías renovables y en plantas de energía térmica alimentadas por biomasa, con el fin de determinar la potencia total requerida para la planta termoeléctrica en función de la demanda máxima del caserío.

Capítulo VI: Se detalla el programa de mantenimiento de la minicentral termoeléctrica, así como la selección y especificaciones técnicas del turbocompresor, alternador, inversor de corriente y ventilador que integran la instalación.

Capítulo VII: Se detalla el desglose financiero de la minicentral termoeléctrica, los gastos asociados a los equipos que la conforman y las vías de financiación utilizadas.

Finalmente, el Capítulo VIII: presenta efectos logrados en la investigación en función de cada objetivo específico. Además, las referencias bibliográficas y anexos relevantes.

Abreviaturas, símbolos y terminología

%C: Contenido de fibra vegetal en términos de peso en relación con la base seca, expresado en kilogramos de celulosa por kilogramo de materia seca.

%c: Contenido de cenizas en relación al peso sobre una base seca, calculado presentado en kilogramos de ceniza por kilogramo de materia seca.

%H: porcentaje másico de hemicelulosa en base seca, (kg de hemicelulosa/kg sólido seco)

H: altura de lecho (cm)

Q: caudal de aire (l/min)

T: tiempo (min)

D: Diámetro (m)

ṁ: Flujo másico (kg/h)

H: Altura del reactor (m)

ρc: Densidad de la cascarilla de arroz (kg/m³)

T: Tiempo preciso para el consumo del combustible (h)

Vr: Volumen del gasificador (m³)

ṁ: Flujo másico (kg/h)

∅: Diámetro

ṁ: flujo másico

Ac: Aire estequiométrico

ρa: densidad del aire

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

En el presente, los habitantes del caserío Miraflores en Monsefú enfrentan la grave dificultad social debido a la falta de servicio eléctrico. Para suplir sus necesidades de electricidad para el uso de electrodomésticos, recurren a baterías de automóvil de 12 y 24 voltios, así como grupos electrógenos que funcionan con gasolina. También, la agricultura, siendo su principal actividad económica, genera residuos sólidos, siendo la cascarilla de arroz el más significativo en este caso.

Estas condiciones impiden el desarrollo de la zona, a pesar de su cercanía a importantes ciudades como Chiclayo y Monsefú. La falta de acceso a la electricidad conlleva a que las actividades domésticas se limiten mayormente al día, aprovechando la luz natural. Por otro lado, la acumulación de grandes cantidades de cascarilla de arroz está causando problemas de almacenamiento, con frecuentes quemas al aire libre sin control ambiental adecuado.

En el ámbito internacional:

En Argentina, la producción y transmisión de energía carece uniformidad en todo el país, dejando algunas regiones con necesidades energéticas no cubiertas. Esto abre la oportunidad para aprovechar el generar energía partiendo de biomasa, lo que no solo beneficiaría ambientalmente la región, sino que también podría impulsar su desarrollo al disponer de energía local para industrias o empresas agroindustriales. El montaje de una planta generadora de bioenergía conlleva un proceso que contribuye al desarrollo regional, lo que favorece al sector

agropecuario-agroindustrial, especialmente en la producción de cultivos energéticos.

En Costa Rica:

(Agüero, 2009)

Con una inversión de \$1,7 millones, el Grupo Pelón, fabricante de la reconocida marca de arroz Tío Pelón, ha instalado una planta con capacidad para generar 1.500 kilovatios de energía eléctrica. Esta planta genera al presente, hasta un tope de 1.300 kilovatios durante su período de mayor producción, dependiendo de la temporada, y entre 900 y 1.000 kilovatios en períodos de baja cosecha. Utilizando exclusivamente cascarilla de arroz a modo de combustible, esta generación de energía cubre casi la totalidad de requerimiento energético de la empresa, adquiriendo electricidad de la red nacional bajo ciertos escenarios. Se espera que la empresa recupere lo invertido en un lapso de cuatro años.

Araya resalta que la expertise fue positiva en términos económicos, dado que han conseguido significativos ahorros en la adquisición de electricidad. La Central utiliza alrededor de 1.500 TNs de cascara cada mes. Durante el período de mayor producción, la compañía no puede satisfacer completamente su demanda de cascarilla y debe comprarla a otras arroceras de la zona, a un precio cercano a los ¢15.000 por tonelada. Además de los beneficios económicos, Araya señala que la industria tiene una relevancia ecológica significativa, dado que la disposición de la cascarilla de arroz presenta desafíos importantes, convirtiéndose en un problema para las arroceras.

En Uruguay, se ha descubierto una nueva aplicación para la cáscara de arroz, un subproducto que anteriormente no se aprovechaba en la industria del cereal. Ahora

se utilizará como combustible para producir energía eléctrica. Esta iniciativa no solo colaborará con el abastecimiento energético del país, sino que también ayudará a reducir las emisiones de metano, que se generan cuando estos residuos se depositan en vertederos al aire libre.

Fenirol, una compañía compuesta por uruguayos y el griego Tsakos, ha establecido empresas que han establecido sus operaciones en el departamento de Tacuarembó, una de las importantes zonas rústicas ubicadas en el eje de Uruguay. Su principal objetivo es producir energía eléctrica mediante el uso de biomasa, que comprende cáscaras de arroz y residuos forestales.

Esta especie vegetal acompañada de seis en procesamiento de instauración a punto de ingresar en funcionamiento, forma parte de una estrategia de multiplicidad de la central energética del país, tal como declaró Ramón Méndez, director nacional de Energía, en una entrevista con BBC Mundo. Aunque Fenirol producirá 10 megavatios de energía, se proyecta que para el año 2015, Uruguay generará 200 megavatios adicionales a partir de biomasa.

Méndez resaltó que esta iniciativa convierte lo que antes era un pasivo ambiental en un activo energético. Esto significa que los residuos, que antes conllevaban costos asociados a su disposición final, ahora se transforman en generadores de riqueza, al mismo tiempo que contribuyen a mitigar la repercusión de la variación climática.

Armando Bonilla, de la empresa Tsakos, señaló a BBC Mundo que, ante la problemática de qué hacer con los residuos de podas, encontraron una excelente congruencia para obtención de energía partiendo de la biomasa. Esta situación se

vio favorecida por la presencia de dos molinos arroceros en la zona, que también enfrentaban el desafío de gestionar la cáscara de arroz.

Durante el procesamiento de productividad de arroz, las cáscaras generadas en las moliendas suelen ser depositadas en canteras, donde a menudo se queman y La acumulación de cascarilla de arroz afecta la ecología, ya que al no quemarse, se amontona en pilones en donde se fermenta y descompone gradualmente, generando emisiones de metano. Sin embargo, el uso de la cáscara para generar energía mediante la quema evitará este tipo de contaminación.

En el ámbito nacional:

En el Perú, funciona la central eléctrica renovable, conocida como la "Central Térmica de Biomasa de Huaycoloro". Esta planta emplea basura acumulada en el botadero de Huaycoloro, situado al este de Lima, como su principal fuente de energía. La inversión total en esta infraestructura alcanza los US\$ 14 millones. La electricidad generada proviene de los tres millones y medio de kilogramos de desecho del botadero que recibe a diario. Durante los próximos 20 años, esta energía se integrará a la Red Eléctrica Interconectado Nacional, con un grado de generación de 4.8 megavatios (MW) por hora. Este proyecto marca un significativo paso hacia la variación en la central energética del territorio nacional y el aprovechamiento de abastecimientos renovables hacia la producción de energía, al mismo tiempo que ayuda a la administración razonable de las basuras sólidas urbanas.

Petramás, la empresa responsable del proyecto, ha ganado una segunda licitación para generar 4 MW hora adicionales a partir de energías renovables, lo que implicará una ampliación de la planta estará completada dentro de un año, la inversión extra

será seis millones de dólares estadounidenses. Si la iniciativa resulta exitosa, se proyecta que la capacidad de generación de la planta podría aumentar hasta alcanzar los 60 MW hora en el futuro, invirtiéndose sesenta millones de dólares.

La Central Térmica de Biomasa de Huaycoloro se convierte en la tercera instalación similar en América Latina, con México y Brasil como los únicos otros países que utilizan este método de producción de energía eléctrica. El proyecto ha recibido respaldo de: Banco Mundial, de Naciones Unidas, lo que destaca su relevancia a nivel internacional como un ejemplo de iniciativa sostenible y renovable empleando esta modalidad para generar energía eléctrica mediante fuentes no tradicionales., como la biomasa. Este respaldo internacional enfatiza el potencial de tales proyectos para impulsar el progreso sostenible y el aplacamiento del cambio meteorológico a escala integral.

1.2. Formulación Del Problema

¿Cuál sería la manera de cubrir las demandas energéticas de los habitantes del caserío Miraflores en Monsefú en Lambayeque, empleando la cascarilla de arroz?

- a) **Objeto:** Diseño de una mini central termoeléctrica.
- b) **Campo de acción:** Quema de cáscara de arroz en dispositivos capaces de transformar la energía térmica resultante en electricidad.
- c) **Delimitaciones:** Llevar a cabo el examen de los cambios térmicos, variables mecánicas, así como eléctricas, de los sistemas de conversión de energía, desde el poder calorífico de la cascara de arroz hasta la generación de electricidad (5 kW) para los habitantes del caserío Miraflores en Monsefú.

1.3 Delimitación De La Investigación

En este estudio de investigación, se ha desarrollado un plan para una central de generación de energía térmica de 5 kW, en la cual se han llevado a cabo tanto el diseño como la evaluación económica. Además, se ha considerado la asignación de 15 hectáreas para el suministro del centro de generación de energía térmica.

1.4 Justificación e Importancia De La Investigación

El trabajo actual lo basa en la preocupación de preservar la ecología y la búsqueda de fuentes de energía limpia. Un enfoque destacado de actualidad es la biogeneración, un método de producción de energía más limpio que puede generar, entre otros productos, biogás, una fuente de energía renovable. Existe un creciente interés en la investigación de energías alternativas y renovables, todas orientadas hacia la protección del medio ambiente.

Para resolver el desafío de la administración deficiente de desperdicios, como la cascarilla del grano, en zona local o nacional, es fundamental fomentar la valorización de estos desechos. Esto requiere la planificación y construcción de infraestructuras apropiadas para la recoger la cosecha de la cáscara del grano en los molinos.

La biomasa, se presenta a modo de origen energético interesante por diversas razones esenciales:

- Es un recurso renovable y abundante en la región que tiene el potencial de ser desarrollado de manera sostenible en el futuro.
 - Presenta notables ventajas ecológicas, ya que disminuye la emisión de contaminantes a la atmósfera al emplear tecnologías más avanzadas en lugar de combustión directa.
 - Podría haber un impacto financiero significativo de cara al incremento de los precios del combustible fosilizado.
- Es fácil de almacenar, a desproporción de distintas fuentes de energía,

A través del proceso termodinámico Brayton, se producen gases mediante la quema de la cáscara, los cuales, al conducirlos al turbocompresor produce energía mecánica, transformándolos en energía eléctrica por intermedio de un generador.

Esta iniciativa económica permitirá contribuir al desarrollo económico de los habitantes locales, utilizando los cultivos existentes, como la cascará de arroz, para generar electricidad.

Además, desarrollar esta actividad productiva podría dar lugar a más proyectos de generación de energía, mejorando así la calidad de vida de la ciudadanía rural.

Desde la perspectiva del medio ambiente, se reduciría la emisión de dióxido de carbono (CO₂) al aprovechar este gas mediante su ingreso a un turbocompresor.

1.5. Limitaciones De La Investigación.

Enfrentaron desafíos a causa de la carencia de datos disponible sobre el proyecto de generar energía eléctrica utilizando cascarilla de arroz, dado que este recurso se destina a otros propósitos. A pesar de que en otros países se han realizado numerosos estudios sobre la producción conjunta de energía utilizando cáscara de arroz, aprovechándola como una fuente renovable y abundante, los resultados de la investigación han sido prometedores.

1.6. Objetivos De La Investigación

El objetivo es diseñar una pequeña central termoeléctrica con el propósito de suministrar energía eléctrica a las viviendas que no tienen acceso a este servicio, siendo el principal beneficio para los residentes el aprovechamiento de su propio desecho agrícola, la cascarilla de arroz, como fuente de combustible.

Objetivo general

Diseñar una mini central de 5kw, utilizando combustible la cascarilla de arroz, para satisfacer la demanda de energía eléctrica del caserío Miraflores - Monsefú.

Objetivos específicos

- a) Recolectar los datos pertinentes sobre la cantidad de cascarilla de arroz generada durante el proceso de pilado de arroz en el caserío Miraflores, ubicado en Monsefú, provincia de Chiclayo, en el departamento de Lambayeque.

- b) Evaluar las características energéticas de la cáscara de arroz con el propósito de utilizarla como fuente de combustible en la producción de energía eléctrica.
- c) Calcular la capacidad ideal y las dimensiones adecuadas para el diseño de una mini central termoeléctrica que satisfaga los requerimientos de suministro de energía eléctrica destinada al abastecimiento del caserío Miraflores en Monsefú.
- d) Seleccionar los distintos materiales a emplear en la elaboración de los componentes del proceso del ciclo Brayton, como el quemador, el turbocompresor (para vehículo) y el alternador.
- e) Analizar la viabilidad financiera mediante la evaluación del período de recuperación de la inversión, el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el índice de beneficio/costo (B/C) que podría generar el diseño de una mini central termoeléctrica.
- f) Elaborar planes de mantenimiento para la minicentral termoeléctrica.
- g) Realizar el plano de la minicentral termoeléctrica utilizando AutoCAD.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes De La Investigación

(VILLADA & GUTIERREZ, 2010).

La envoltura de arroz se ha utilizado en varios procedimientos industriales, ya sea a modo de fuente de energía o como material de relleno. Es importante señalar que se emplea en su estado natural, como biomasa. Además, se han realizado investigaciones sobre el aprovechamiento de la ceniza resultante en la combustión, aprovechando sus características para mejorar diversas características de bienes de caucho y plástico, tanto como material de relleno como componente de su composición.

En España, tanto el Instituto Tecnológico Agroalimentario como la compañía valenciana Dacsa han implementado la biomasa obtenida de la cascarilla de arroz en la central de cogeneración eléctrica. Esta planta, con capacidad de 2 MW, sigue el mismo esquema que otras instalaciones que utilizan biomasa como fuente de energía. La dirección de Dacsa consideró la posibilidad de aprovechar la cascarilla de arroz hacia fines energéticos persiguiendo las directrices oficiales de soporte e decisiones que promueven reutilizar la biomasa, dado que en aquel tiempo era un residuo.

A nivel nacional, la publicación mensual del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la GTZ (CDM Highlights), en su edición número 13, designó a Perú como el país del mes debido a sus esfuerzos en la promoción de proyectos elegibles para el MDL.

Durante el evento, el proyecto peruano “Central energética en Chiclayo que utiliza como fuente principal la cáscara de arroz” destacó significativamente, consolidando su presencia en el mercado del carbón y siendo reconocido como una de las delegaciones más activas. Este hecho evidencia el creciente interés en empresas privadas y del gobierno en Perú con los proyectos que cumplen con los criterios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

b) Nivel internacional:

En Bihar, India, la empresa eléctrica Huso Power Systems (HPS) ha creado un sistema que aprovecha cáscaras de arroz descartadas para producir energía eléctrica. Este recurso orgánico tiene la particularidad de liberar un gas al ser expuesto a cierta temperatura, el cual promueve los motores diésel para generar energía eléctrica. Con 1.5 kg de cascarillas, produce 1 kilovatio/hora de electricidad.

Para tener una idea de la eficiencia de esta unidad, consideremos que el consumo de una lámpara de 100 vatios es de 0.10 kW/h, un lavarropas automático consume alrededor de 2.20 kW/h y un refrigerador sin freezer consume aproximadamente 0.265 kW/h.

Desde su inicio en 2007, HPS ha implementado 60 minicentrales de biomasa para proveer de energía a 150,000 personas, lo que equivale a alrededor de 400 hogares por unidad de generación de energía.

La implementación de este recurso nuevo ha resultado en una notable reducción de la expulsión de dióxido de carbono (CO₂) al ambiente. Por ejemplo, en agosto del 2010, se redujo la emisión de 50,000 TN de CO₂. Se estima que, en cuatro años, el número llegue a 750,000 TN.

La red de centrales bioeléctricas sigue expandiéndose. Se proyecta que en 3 años habrá unas 2,000 centrales en funcionamiento, las cuales abastecerán a 6,500 comunidades, generarán 7,000 empleos, ahorrarán una considerable cantidad de dinero y representarán una contribución significativa al bienestar del planeta.

c) Nivel local:

En la zona rural de Miraflores, situada en Monsefú, hay alrededor de 20 hectáreas de tierras agrícolas, de las cuales más de 15 hectáreas se dedican al cultivo de arroz, considerando sembrar anualmente. En una temporada de cosecha próspera, se cosechan más de 100 sacos de fanega (sacos negros de 80 kilogramos de arroz) por hectárea, mientras que en temporadas de baja producción se logran aproximadamente 75 sacos de fanega.

Según la información recopilada, de 5 TN de arroz cosechadas resultan en 1 TN de cáscara de arroz.

Con este dato, determinamos que la demanda de potencia para cada una de las 8 viviendas, que es de 600 watts, resulta en una demanda máxima de 4800 watts o 4.8 kW en total.

Considerando que se cultivan 15 hectáreas de arroz cada año y que en temporadas de alta producción se obtienen 8 toneladas por hectárea, las cuales se convierten íntegramente en cascarilla de arroz, se generan 15 toneladas de cascarilla pura.

225 toneladas de cascarilla de arroz es lo que produce.

Es importante señalar que, en este caserío, compuesto por 8 viviendas, no hay acceso a iluminación eléctrica debido a su ubicación remota y alejada de la localidad.

2.2. Estado Del Arte

(Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración, 2010)

De manera general, se puede considerar la viabilidad de técnicas de coproducción con biomasa sólida de 1 ó 2 MW de potencia. Sin embargo, consigue reducirse si se sule con un procedimiento de gasificación, lo que permite utilizar tecnologías disponibles para gases y evitar la necesidad de una caldera de vapor para alimentar la turbina.

Estudio del estado del arte

Además, desde la perspectiva tecnológico incluye investigación sobre la mejora de los procedimientos relacionados con la cascarilla de arroz, de aplicaciones generales a aplicaciones industriales concretas. Este planteamiento reflexivo de la materia en cuestión es crucial para el desarrollo de la investigación actual.

Es crucial ajustar las tecnologías según insuficiencias personales del poblado, aprovechando los recursos naturales del área. El estudio llevado a cabo expone las oportunidades de emplear cáscara de arroz como alternativa de combustible alterno en la producción de energía eléctrica.

El poder calorífico de la cascarilla de arroz es de 3,150 kcal/kg. Sin embargo, su densidad es aproximadamente de 110 kg/m³, lo cual problematiza su acumulación y acrecienta el costo de carga. Además, muestra un agudo porcentaje de dióxido de silicio.

La cáscara de arroz utilizada presenta cenizas superiores al 20%, lo que dificulta su manejo como combustible. Preferentemente, se emplea en gasificadores de tiro invertido. Los gasificadores de lecho fluidizado son adecuados para su manejo.

El volumen óptimo del combustible en los procedimientos de gasificación está estrechamente relacionado con el diseño específico de la infraestructura. Los gasificadores de carbón vegetal se alimentan con fragmentos de diferentes dimensiones.

La tabla que sigue presenta la estimación del uso de cáscaras de arroz a modo de recurso energético.

TABLA 1: ANÁLISIS DE LA CASCARILLA DE ARROZ (% POR VOLUMEN)

Carbono	36,70
Hidrógeno	03,00
Oxígeno	31,20
Humedad	10,00
Azufre	00,00
Nitrógeno	01,10
Ceniza	18,00
PCI (kcal/kg)	3 150

Fuente: Manual de Biomasa

En la actualidad, en el país, el aprovechamiento de los restos agrarios a modo de fuente de combustible está considerablemente limitado y poco eficiente.

La variedad de arroz más cultivada en el país es la *Oryza Sativa*. Durante el 2003-2004, a nivel nacional la obtención logro 277,767 toneladas métricas (TM), de las cuales Lambayeque contribuyó con 21,885 TM.

TABLA 2 : PRODUCCIÓN DE ARROZ CASCARILLA POR DEPARTAMENTO

Periodo : enero – febrero 2003-2004			
	2003	2004	(%)
Total nacional	258,219	277,767	7,6
Tumbes	23,901	8,839	-63,0
Piura	62,388	57,787	-7,4
Lambayeque	21,018	21,8865	4,1
La libertad	6,312	4,931	-21,9
Cajamarca	5,864	9,273	58,1
Amazonas	8,264	5,951	-28,0
Ancash	--	2,030	--
Pasco	357	296	-17,1
Junín	231	723	213,0
Arequipa	14,756	20,646	39,9
Ayacucho	604	160	-73,5
Cusco	440	524	9,1
San Martín	64,033	98,022	53,1
Loreto	28,227	26,456	-6,6
Ucayali	8,201	7,058	13,9
Madre de dios	4,200	5,648	34,5
Huánuco	9,9324	7,539	-19,1

Fuente: Dirección de información agraria

TABLA 3: PRODUCCIÓN DE CASCARILLA DE ARROZ POR DEPARTAMENTO

Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Total general
Cosechas (ha)	350	360	350	1060
Chiclayo	350	360	350	1060
Monsefú	350	360	350	1060
Producción (t)	3152	2689	3391	9232
Chiclayo	3152	2689	3391	9232
Monsefú	3152	2689	3391	9232
Siembras (ha)	350	370	350	1070
Chiclayo	350	370	350	1070
Monsefú	350	370	350	1070
Total general	3852	3419	4091	11362

Fuente: Ministerio de agricultura - INEI

Las áreas principales de obtención de arroz se concentran en el litoral norteño, esencialmente en los dptos. de Piura (10%), San Martín (16%), La Libertad (14%), y Lambayeque (24%), un 21% de obtención localizado en el sur, específicamente en el dpto. de Arequipa.

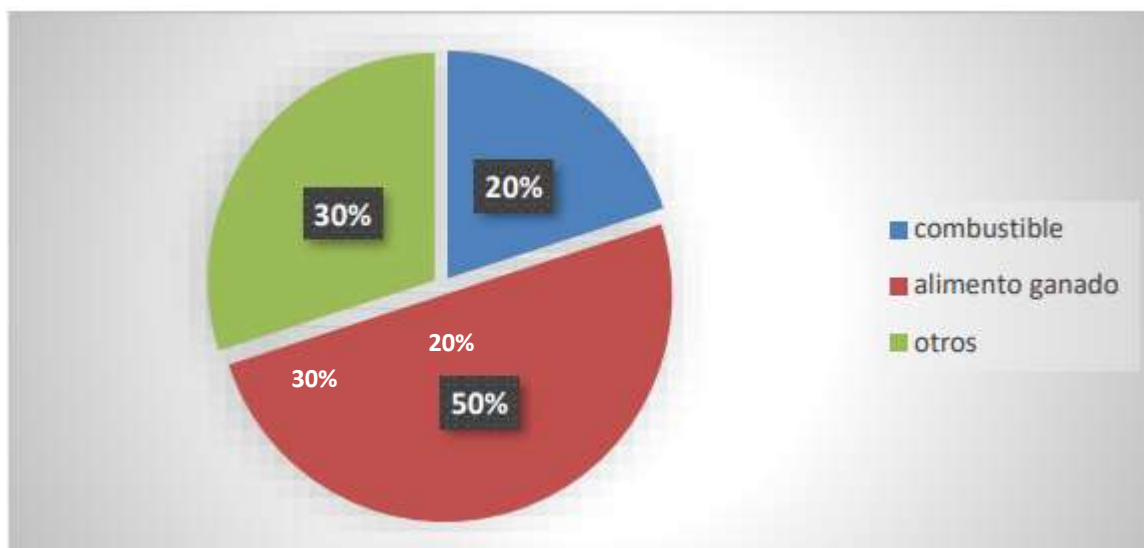
El arroz producido en nuestro litoral es sometido a procesamiento en los 471 molinos, donde 70% están en el norte. Durante este proceso, la cáscara de arroz forjada constituye alrededor del 20% del peso. En el momento actual, el 5% de la cáscara de arroz se consume en la quema en hornos de secado de ladrillos en el dpto. de Piura.

En nuestra zona, actualmente existen 74 molinos agrupados, distribuidos de la siguiente manera: 18 en Lambayeque, 46 en Chiclayo y 10 en Ferreñafe. La

producción promedio de estos molinos es de 10 toneladas métricas por día, y actualmente es el siguiente:

Ilustración 1:

Uso actual de la cascarilla de arroz



Fuente: modalidad de contabilidad de cascarilla de arroz

En la actualidad, se produce unas aproximadamente 300,000 toneladas métricas de cáscara de arroz, proporcional a 950,000 TN, equivalentes al petróleo (TEP) de energía utilizable al año, la cual se desperdicia.

Contexto tecnológico:

Mediante diversos métodos de conversión, la biomasa alcanza ser transformada en diversas formas energéticas.

Calor y vapor:

Por ejemplo, producir calor y vapor cuando se realiza la quema de biomasa o biogás. Este calor es posible emplearse en la calefacción, procesos de hervor u otras aplicaciones industriales. Además, puede ser un subproducto del proceso de generar con ciclos combinados energía eléctrica y vapor.

Combustión Gaseosa:

El biogás producido mediante procesos de gasificación podrá utilizarse en motores de explosión interna para generar electricidad, también como para proporcionar calefacción y aire acondicionado en entornos domésticos, comerciales e institucionales, además de poder ser utilizado en vehículos adaptados.

Biocombustibles:

La capacidad de los biocombustibles, como el etanol y el biodiesel, para sustituir de manera significativa a los combustibles fósiles en diversos usos de transporte es notable. La experiencia exitosa de Brasil, donde el uso extendido del etanol ha sido viable durante más de dos décadas, demuestra la factibilidad técnica de los biocombustibles a amplia magnitud. En Europa y Estados Unidos, la obtención de biocombustibles se encuentra en aumento y se comercializan combinados con productos procedentes del petróleo. Un ejemplo, tenemos la mezcla E20, compuesta por un 20% de etanol y un 80% de petróleo, es adecuada para la totalidad de los motores de encendido por chispa.

Electricidad:

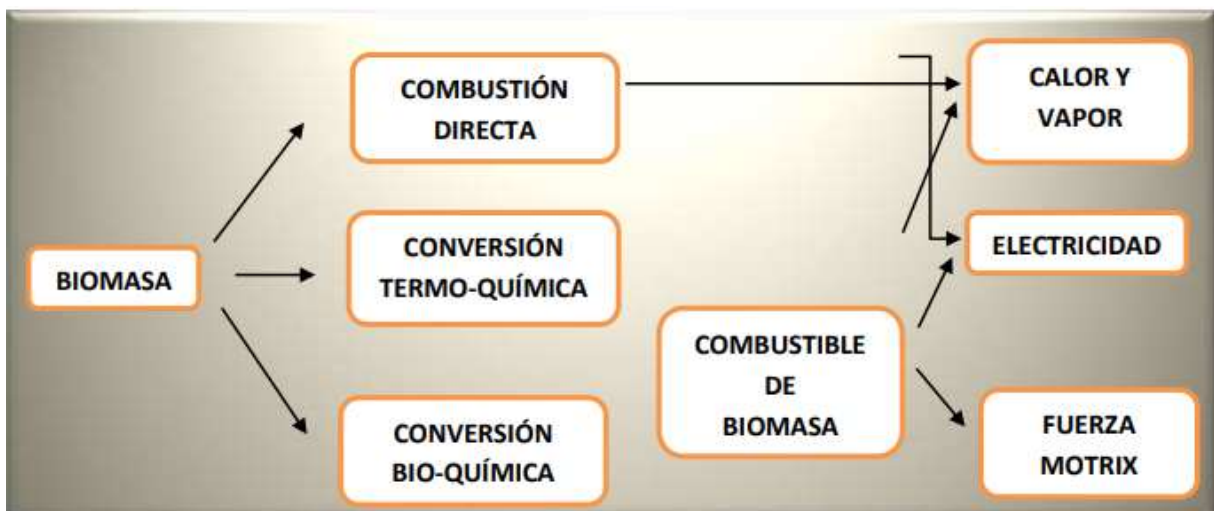
La electricidad producida de fuentes biomásicas logra comercializarse a modo de "energía renovable" dado que no produce dióxido de carbono (CO₂), lo que significa que no favorece al calentamiento global. Esta modalidad energética abre nuevas perspectivas en el mercado, dado que su estructura de costos posibilita a los consumidores respaldar altos niveles de inversión en tecnologías eficientes, lo que a su vez estimulará el avance de la industria de la bioenergía.

Cogeneración (Calor y Electricidad):

La cogeneración se define como la producción simultánea de vapor y electricidad, y se emplea en una variedad de procesos industriales que demandan ambas formas de energía. El enfoque es especialmente común en las empresas azucareras, donde se aprovechan los subproductos del proceso, particularmente el bagazo de la caña de azúcar.

Ilustración 2

Formas de energía y Procesos de conversión



Fuente: Elaboración propia

2.3 Base teórica científica

2.3.1 Descomposición de la cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz experimenta una descomposición físico-química cuando se somete al calor, que se desarrolla en tres etapas simultáneas y secuenciales:

- 1) desecación,
- 2) pirólisis
- 3) combustión

La 1^{ra}. etapa, desecación, consiste en la eliminación del agua presente en la zona y en los intersticios centrales de la cascarilla, la cual proviene del ambiente y no se origina en la combustión.

La fase posterior es el pirólisis, quien implica una disgregación química interna de la cascara de arroz provocada térmicamente, ocurriendo entre 250 y 500°C.

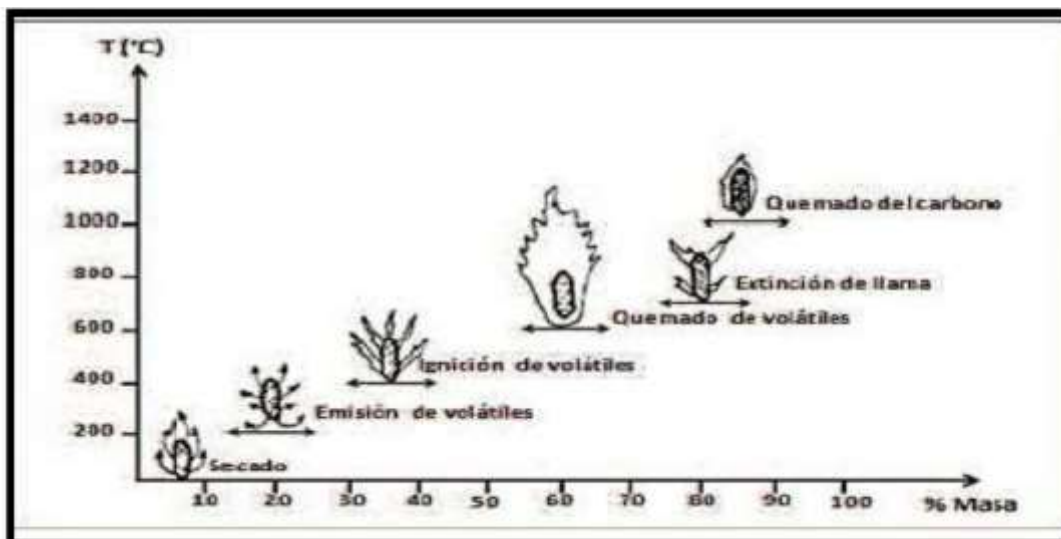
La etapa final consiste en la quema, del material volátil y de la cáscara, sucede cuando el pirólisis se realiza en un entorno oxidante (con presencia de aire) a temperaturas altas aproximadamente a 500°C. A lo largo de este proceso, se llevan a cabo reacciones de combustión intermedias que culminan en la oxidación completa del carbono y del hidrógeno, generando dióxido de carbono, agua y liberando calor.

Las técnicas de desecación, pirólisis y combustión ocurren simultáneamente durante la quema de la cáscara, al igual que con cualquier otro combustible biomásico.

Correcto, el proceso de combustión es exotérmico, lo que implica que libera calor, el calor generado durante la combustión contribuye al suministro de energía necesario para la desecación y el pirólisis de la cáscara.

Ilustración 3

Esquema De Las Etapas De Descomposición Térmica De La Cascarilla



Fuente: JULIO CHAO TUNG-SAN, tesis de grado, Pautas para el diseño y construcción de fogones eficiente para la combustión de cascarilla de arroz ESPOL, 1987.

Los resultados derivados de los métodos de disgregación térmica, como gases de combustión provenientes de la cáscara de arroz y el apartamiento del carbonato de calcio a modo de utilidad conclusiva, esto se presentan en las tablas correspondientes. Estas tablas muestran el valor de la peculiaridad evaluada obtenida en cada experimento.

Los valores procesados se presentan como medias verdaderas.

En la Tabla 4 se detallan particularidades de ceniza resultante de cascarilla expuesta al proceso de quema, basándose en estudios ejecutados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de los Llanos.

Tabla 4: Temperaturas obtenidas en el ensayo de combustión en la cascarilla de arroz

Ensayo	Temperatura(°C)
1	763
2	762
3	804
4	813
5	758
Promedio	784
Desviación estándar	24
Error estándar	28
Coefficiente de variación (%)	3.1
Media verdadera de la temperatura	784 ± 28

FUENTE: (LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ: UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL, 2010)

Tabla 5: Porcentaje de humedad de la cascarilla de arroz utilizada en el proyecto de combustión

ENSAYO	HUMEDAD (%)
1	8,42
2	8,10
3	7,72
4	6,95
5	8,51
Promedio	7,94
Desviación estándar	0,63
Error estándar	0,73
Coefficiente de variación (%)	7,99
Media verdadera de la temperatura , °C	7,94 ± 0.73

FUENTE: (LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ: UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL, 2010)

Tabla 6: El *Tiempo necesario para la combustión completa de la cascarilla de arroz en min*

ENSAYO	TIEMPO(MIN)
1	74
2	127
3	120
4	96
5	281
Promedio	140
Desviación estándar	82
Error estándar	94
Coeficiente de variación (%)	58
Media verdadera del tiempo de combustión, min	140 ± 94

FUENTE: (LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ: UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL, 2010)

Tabla 7: *Niveles del PH de la solución de NaOH en el proceso de captura de gases de combustión de la cascarilla de arroz*

ENSAYO	VALOR INICIAL DEL PH	VALOR FINAL DEL PH
1	74	8.000
2	127	8.20
3	120	8.20
4	96	8.20
5	281	8.90
Promedio	140	8.30
Desviación estándar	82	0.35
Error estándar	94	0.40
Coeficiente de Variación (%)	58	4.17
Media verdadera del tiempo de combustión, min	140 ± 94	8.30 ± 0.40

FUENTE: (LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ: UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL, 2010)

2.3.1.1. Componentes presentes en la combustión y emisiones

La biomasa fundamentalmente compuesta de carbono, con cantidades variables de hidrógeno, nitrógeno, azufre, ceniza y agua, Durante la combustión de la biomasa, se produce una reacción química donde el oxígeno del aire se mezcla con el carbono, formando dióxido de carbono (CO₂), el hidrógeno.

Hay 2 cogniciones principales del cual la combustión de biomasa es completa:

- Sin suficiente ingreso de aire, lo que resulta en una cantidad insuficiente de oxígeno para convertir el total del carbono en CO₂.
- Cuando la biomasa presenta un elevado contenido de humedad, esto puede dificultar que la temperatura de combustión alcance niveles lo justamente altos para ultimar las reacciones químicas adecuadamente.

2.3.2 Propiedades bioquímicas de la cascarilla de arroz.

La cáscara de arroz está compuesta por tres polímeros principales de origen vegetal:

- La celulosa consiste en un polímero lineal de unidades de glucosa anhidra, con una fórmula típica de (C₆H₁₀O₅)_n.
- La hemicelulosa es un polímero mixto compuesto por pentosas y hexosas.
- La lignina, por otro lado, es un polímero irregular de unidades de fenilpropano.

Cuando se mezclan estos tres polímeros, se crean una estructura conocida como copolímero, y su composición cambia a lo largo de la pared celular, manteniendo una relación atómica relativamente estable, que normalmente es de CH_{1.4}O_{0.6}. No obstante, esta proporción puede experimentar leves variaciones dependiendo del tipo de biomasa empleada.

La celulosa, presente de manera predominante en la cáscara de arroz, es el elemento transcendental de las fibras, así se indica en la tabla siguiente que presenta porcentajes de lignina, celulosa y hemicelulosa en diferentes regiones de Colombia y Canadá.

Tabla 8: Principales propiedades bioquímicas de la cascarilla de arroz en varios lugares del mundo

Valores en porcentaje (%)					
Parámetros	Canadá			Colombia	
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1
Celulosa	29,20	33,47	25,89	33,50	39,05
Hemicelulosa	20,10	21,03	18,10	21,35	27,06
Lignina	20,00	18,80	24,60	18,20	22,80

FUENTE: (Choi, 2013)

Los intervalos obtenidos para el análisis químico a nivel global son los siguientes: La celulosa varía entre el 25,89% y el 39,05%; la hemicelulosa entre el 18,10% y el 27,06%; y la lignina entre el 18,20% y el 24,60%.

Es relevante destacar que la lignina, cuando se expone a temperaturas elevadas, adquiere una característica aglutinante en la cáscara de arroz, cambiándola en masa compacta dificultoso de destrozarse.

2.3.3. Propiedades físicas de la cascarilla de arroz

Las características físicas de la cáscara de arroz abarcan el contenido de humedad, materia volátil, la cantidad en cenizas y la densidad.

El poder calorífico igualmente se considera una propiedad física, y se refiere al aumento de calor liberada por unidad de masa durante la combustión del material. Esta propiedad se puede determinar mediante pruebas específicas en laboratorio.

Cada una de estas propiedades físicas proporciona información importante sobre las particularidades y el potencial de utilizar cáscara de arroz a modo de combustible o materia prima en diferentes aplicaciones industriales.

2.3.3.1. El poder calorífico

El poder calorífico de los combustibles en estado sólido hace referencia a una proporción de energía liberada por unidad de masa durante el efecto química.

Los valores conseguidos corresponden al poder calorífico superior (PCS o HHV), denominado poder calorífico superior, el cual abarca el calor liberado durante la condensación del agua producida durante el proceso de combustión.

No obstante, en la realidad, el agua tiende a evaporarse hacia la atmósfera como vapor, y el calor asociado con esta vaporización no se aprovecha., dando por resultado el valor calorífico más bajo (PCI o LHV), también conocido como valor calorífico neto, que es más bajo que el PCS.

Algunas de las temperaturas generadas durante las reacciones químicas. se emplea para evaporar esta agua, lo que significa que el valor calorífico neto disminuye conforme aumenta la humedad presente en el combustible.

2.3.3.2. Contenido de humedad

La cantidad de humedad de la biomasa indica la proporción de agua presente en el material, expresada como una proporción del peso total de la biomasa. Este contenido de humedad varía dependiendo del origen del combustible y el tratamiento previo que se le haya dado antes de su gasificación.

La humedad en el combustible se clasifica en tres grupos:

- 1, La humedad natural del combustible refleja la proporción de humedad en equilibrio con el entorno, típicamente alrededor del 96% - 97% de humedad relativa. Esta humedad se encuentra dentro de los poros del combustible.
2. La humedad superficial se refiere a la cantidad de humedad que se encuentra presente en las zonas del combustible.
3. Humedad resultante de la descomposición: es la cantidad de humedad generada por la descomposición térmica de los compuestos orgánicos que componen el combustible. Esta humedad se libera en el rango de temperaturas de 200 a 225°C, después de que la humedad inherente y superficial ya se ha eliminado por evaporación. Es crucial notar que una alta concentración de humedad restringe la eficacia del

proceso de gasificación, dado que resulta en considerables pérdidas térmicas y una proporción disminuida de calor disponible para los procesos endotérmicos. Se recomienda una humedad del 15% en peso para una operación sin problemas del gasificador. Es fundamental considerar que las cifras sobre la humedad del combustible generalmente se refieren a los dos tipos de humedad mencionados anteriormente.

Tabla 9: *Poder calorífico inferior de la cascarilla de arroz en función del contenido de humedad*

CONTENIDO DE HUMEDAD	PODER CALORIFICOS INFERIOR(PCI) KJ/KG
0	19 880
10	17 644
20	15 412
30	13 180
40	10 497
50	8 715
60	6 413

FUENTE: (Choi, 2013)

En el país, la humedad del combustible se sitúa en el 10,44%, mientras que su poder calorífico alcanza los 12 924,38 kJ/kg.

2.3.3.3 Materia volátil

Materia volátil se refiere a la porción de la Biomasa liberada durante el calentamiento del material, típicamente en el rango de 400°C a 500°C.

Los combustibles que poseen una alta proporción de materia volátil pueden enfrentar dificultades en la generación de breas y condensados corrosivos, los cuales tienen el potencial de obstruir el flujo de aire y gas generado durante la conversión en gas.

Sin embargo, la cantidad de vapores y breas presentes en el gas producido está principalmente determinada por el diseño y la construcción del gasificador

Tabla 10: *Concentración de componentes volátiles en la cascarilla de arroz en diversas regiones del mundo*

	Canadá		california	china	Colombia		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Material volátil	66,40%	67,30%	63,00%	67,70%	63,52%	51,98%	65,47%

FUENTE: (Choi, 2013)

2.3.3.4. Contenido de cenizas

La generación de escoria en los gasificadores está influenciada por el contenido y el punto de fusión de las cenizas, así como por la configuración del gasificador, lo cual puede ser problemático tanto en gasificadores de tiro directo como de tiro invertido.

La acumulación de escoria en el reactor puede aumentar la formación de alquitrán y obstruir el reactor por completo. Para evitar la formación de

escoria, se recomienda utilizar combustibles con un contenido de cenizas de alrededor del 5% o 6%. Los gasificadores de tiro directo y de tiro invertido pueden procesar combustibles que generan residuos sólidos si se equipan con rejillas de desplazamiento constante en un rango de contenido de cenizas del 6% al 12%. Sin embargo, en el caso de los gasificadores de tiro transversal, que operan a temperaturas extremadamente altas de aproximadamente 1500°C, se deben tomar precauciones adicionales debido al punto de fusión de las cenizas del combustible.

Tener en cuenta que la relación aire-combustible alcance el valor estequiométrico durante el proceso, el gasificador podría dañarse. La tabla muestra claramente el alto porcentaje de cenizas presente en la cáscara de arroz en diversas regiones del mundo.

Tabla 11: *Concentración de cenizas en la cáscara de arroz en distintas regiones del mundo*

Canadá			california		china	Colombia	
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
Ceniza 20,00	18,80	24,60	18,20	18,67	16,92	16,92	

FUENTE: (Choi, 2013)

En el país, el porcentaje de cenizas de la cáscara de arroz tiene un valor del 17,51%. Este valor se sitúa dentro del rango mundial informado para el contenido de cenizas en cáscaras de arroz, el cual varía desde el 16,92% hasta el 24,60%.

2.3.3.5. Densidad aparente

Se define la densidad como la masa de la materia por unidad de volumen. La densidad aparente es especialmente importante, ya que ofrece una idea del tamaño requerido para la tolva de la cámara de combustible del gasificador, así como del propio tamaño del gasificador.

No obstante, el espacio que ocupa un combustible almacenado no solamente está determinado por la densidad específica de las partículas individuales, sino también por factores como el contenido de humedad, el volumen de las partículas, la disposición del volumen de las partículas y la manera en que se carga el combustible. (si está muy compactado o si hay espacios intersticiales amplios).

Aproximadamente 100 kg/m^3 , es la densidad de la cáscara de arroz siendo un valor próximo a los 110 kg/m^3 que se registra para la cáscara de arroz en el país.

A continuación, se muestran los valores del análisis inmediato llevado a cabo en la cáscara de arroz en el Perú en la tabla correspondiente.

Tabla 12: Densidad *Aparente*

Parámetros	Valores
Humedad	10.44 %
Materia volátil	57.77 %
Contenido de ceniza	17.51 %
Carbono fijo	14.27 %
Total	100 %
Poder calorífico	12 924,38 kJ/kg

FUENTE: (Choi, 2013)

2.3.4. Propiedades químicas de la cascarilla de arroz

Las propiedades químicas de un combustible se refieren a su estructura química, que incluye cantidad de carbono, nitrógeno, oxígeno, cloro, azufre e hidrógeno presentes en el material. Para determinar estas propiedades químicas, es necesario realizar un análisis elemental del combustible.

Finalmente, los gases separados se conducen a un sensor de conductividad térmica que emite una señal proporcional a la cantidad de cada componente en la mezcla. De esta manera, se pueden determinar con precisión las propiedades químicas del combustible.

2.3.5. Composición elemental

El contenido de nitrógeno contribuye a la generación de óxidos de nitrógeno (NO y NO₂, frecuentemente referidos como NOX) durante el proceso de combustión. Además, el cloro y el azufre, presentes en proporciones reducidas, tienen la capacidad de generar dióxido de azufre (SO₂) y ácido clorhídrico (HCl), respectivamente, también durante la combustión.

A continuación, se detalla los efectos de los componentes las características de la cáscara de arroz y su impacto en el medio ambiente:

- Carbono (C),
- hidrógeno (H) y
- oxígeno (O)

Durante la combustión, el porcentaje de carbono e hidrógeno experimenta una oxidación en una reacción exotérmica del dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). Estos componentes aumentan el poder calorífico superior, pero el contenido de oxígeno tiene un efecto adverso.

A continuación, se indican los niveles máximos de nitrógeno, azufre y cloro, así como los hallazgos del examen estimado de la cáscara de arroz en varias regiones del mundo.

Tabla 13: *Las concentraciones máximas de cloro, azufre y nitrógeno y sus implicaciones*

Elemento	Concentración (%)	Consecuencias
Nitrógeno	< 0,6	Emisión de NO _x
cloro	< 0,1	Corrosión
	< 0,1	Emisión de HCL
azufre	< 0,1	Corrosión
	< 0,2	Emisión de SO _x

FUENTE: (Choi, 2013)

Tabla 14: Composición de la cáscara de arroz en diversas regiones del mundo

Valores en porcentajes (%)						
Parámetros	Canadá			California		China
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
C	37,60	42,10	38,70	42,60	38,83	37,60
H	5,42	4,98	4,70	5,10	4,75	5,78
O	36,56	33,66	31,37	33,44	35,47	37,62
N	0,38	0,40	0,50	0,51	0,52	1,8
S	0,03	0,02	0,01	0,02	0,05	0,09
CL	0,01	0,04	0,12	0,13	0,12	0,00
Cenizas	20,00	18,80	24,60	18,20	18,67	16,92
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

FUENTE: (Choi, 2013)

2.3.6. Punto de fusión de la ceniza de la cascarilla de arroz

La ceniza derivada de quemar de la cáscara de arroz suele tener un porcentaje inferior de óxido de potasio.

Además, la ceniza resultante de la combustión de la cáscara de arroz presenta un alto porcentaje de óxido de sílice, el cual tiene un punto de fusión notable, aproximadamente a 450 °C.

Entonces, el punto de fusión de la ceniza de la cáscara de arroz se sitúa cerca de los 1500 °C, lo que sugiere que no deberían surgir problemas de escorificación debido al bajo punto de fusión de las cenizas.

Tabla 15: Precios de Cascarilla de arroz.

PRECIOS DE ARROZ CASCARA EN MOLINOS AÑO 2015				
meses	Promedio de MIN		Promedio de MAX	
	ZONA NOR ORIENTAL(SELVA NORTE)	ZONA NOR(LAMB.-CRIOLLO)	ZONA NOR ORIENTAL(SELVA NORTE)	ZONA NOR(LAMB.-CRIOLLO)
Ene	153	176	162	194
Feb	149	173	154	182
Mar	146	170	151	179
Total general	149	173	55	185

Fuente: Ministerio de Agricultura - INEI

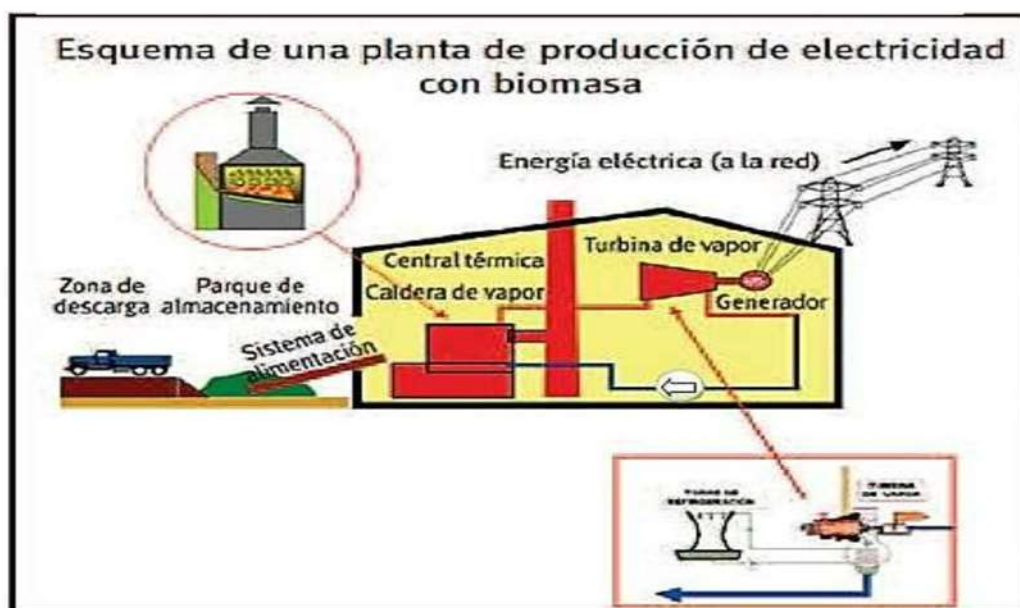
2.3.7. Guía de diseño de la generación de energía a partir de la cascarilla de arroz

2.3.7.1 Conceptos en la generación de energía a partir de la cascarilla de arroz

El procedimiento de producción de energía comienza con la adquisición de la cáscara de arroz, una fuente de biomasa, recolectada de diversas trilladoras y áreas agrícolas cercanas a la planta generadora.

Esta cáscara de arroz debe ser transportada hacia la planta, donde será recibida, acondicionada y empleada como combustible.

Ilustración 4



Fuente: GONSALO RENDEIRO, manual para la elaboración de proyectos de centrales termoeléctricas con biomasa vegetales para las comunidades aisladas.

La cascará de arroz, a modo de biomasa, será empleada como combustible en un quemador diseñado para procesar altos volúmenes de este material. El proceso de combustión se realiza a través de un quemador específico para la cascarilla de arroz, lo cual garantiza una mayor eficiencia.

Una vez en el quemador, la cascarilla de arroz se quema para generar temperaturas altas y presiones que alimentarán diferentes equipos integrados en el sistema.

El vapor generado a una temperatura y presión específicas será dirigido hacia un turbocompresor, donde se convertirá en energía cinética y potencial. Esta energía se conecta a un alternador, que transforma dicha

energía en electricidad disponible en los bornes del turbogenerador. Esta energía eléctrica se suministrará a la red eléctrica local.

La cáscara de arroz se trasladará desde la trilladora cercana a Miraflores en Monsefú y será depositará directamente en un silo antes de ser quemada. El proceso de quemado de la cascara de arroz se realizara utilizando un transportador sinfín, el cual recogerá el material de los silos y lo dosificará conforme a los requerimientos de la planta.

2.3.7.1.1. Procedimiento para el diseño de una minicentral termoeléctrica a partir de la cascarilla de arroz.

Se exponen, los parámetros importantes que se consideran para calcular las dimensiones de la minicentral termoeléctrica y otros componentes, considerando la potencia deseada

Estos parámetros y las ecuaciones correspondientes constituyen los requisitos fundamentales en el croquis de la minicentral térmica de generación de energía que emplea la cascarilla de arroz como combustible.

2.3.7.1.2. Energía necesaria

Se relaciona con la proporción de calor suministrada a una minicentral, la cual es calculada en base al volumen de energía necesaria. Estudios previos indican que se requieren 5 kW de energía.

2.3.7.1.3. Gases ideales

Se expresa la conexión entre la presión, el volumen, la temperatura y la cantidad (en moles) de un gas ideal es:

$$P.V = n.R.T \text{ ----- (ec.1)}$$

Donde:

P = Presión absoluta

V = Volumen

N = Moles de gas

R = Constante universal de los gases ideales

T = Temperatura absoluta

2.3.7.1.4. Dimensiones del ventilador

Aplicamos la ecuación de Bernoulli

$$C \left(\frac{p_1}{\rho_1 g} \right) + h_p = \left(\frac{p_2}{\rho_2 g} \right) + h_L + Z_2 \text{ ----- (ec.2)}$$

Caudal en volumen:

$$Q = \frac{m}{\rho} \text{ ----- (ec.3)}$$

Donde:

Q = caudal

m = flujo másico

ρ = densidad de los gases

2.3.7.1.4.1 Numero de Reynolds:

El número de Reynolds (Re) es una medida sin unidades que se emplea en el estudio de los fluidos en la mecánica de fluidos. Su objetivo es describir la naturaleza del flujo, ya sea líquido o gaseoso. Se calcula como la relación entre la fuerza inercial y la fuerza viscosa que actúan sobre el fluido.

Este parámetro impacta particularmente a los microorganismos que logran velocidades relativamente altas en relación a su tamaño.

$$\text{Re}_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D \cdot u_s \cdot \rho}{\mu} \quad \text{--- (ec.4)}$$

Donde:

ρ = densidad del fluido

u_s = velocidad característica del fluido

D = diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido o longitud característica del sistema

μ = viscosidad dinámica del fluido

2.3.7.1.4.2. Perdida de carga

$$h_f = \frac{f \cdot l \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D} \quad \text{--- (Ec.5)}$$

Donde:

f = factor de fricción

l = longitud

v = viscosidad

G = gravedad

D = Diámetro

2.3.7.1.5. Quemador

El quemador del horno se emplea para calentar el aire utilizando la energía generada durante la combustión de la cáscara de arroz. Habitualmente, estos hornos están fabricados con ladrillos refractarios en su interior para asegurar su resistencia a elevadas temperaturas y para mejorar la eficacia del proceso de combustión.

2.3.7.1.5.1. Flujo de combustible:

$$\dot{m} = 5.223 \text{ kg/h}$$

2.3.7.1.5.2. Diámetro del reactor

$$D = \frac{(1.27 * \dot{m})}{Sgr} \quad \text{(ec.7)}$$

Donde:

D: Diámetro (m)

\dot{m} : Flujo másico (kg/h)

Sgr: Relación específica gasificación de la cascarilla de arroz

2.3.7.1.5.3. Altura del reactor:

$$H = \frac{S_{GR} * T}{\rho_{CA}} \quad \text{(ec.8)}$$

Donde;

H: Altura del reactor (m)

S_{GR} : Relación específica gasificación de la cascarilla de arroz

ρ_{CA} : Densidad de la cascarilla de arroz (kg/m³)

T: Tiempo requerido para el consumo del combustible (h)

2.3.7.1.5.4. Tiempo de consumo de combustible

$$T = \frac{\rho_{CA} * V_r}{\dot{m}} \quad \text{(ec.9)}$$

Donde:

T: Tiempo requerido para el consumo de la cascarilla de arroz (h)

V_r : Volumen del gasificador (m³)

ρ_{CA} : Densidad de la cascarilla de arroz (kg/m³)

\dot{m} : Flujo másico (kg/h)

2.3.7.1.6. SILO

De acuerdo con la forma geométrica del silo, su capacidad de almacenamiento se calcula sumando los volúmenes de tres secciones: el cono superior, el cono inferior y el cilindro central.

2.3.7.1.6.1. volumen del silo

$$V_s = \pi * R^3 * [(\tan 25/3) + (\tan 45)/3] \quad \text{(ec.10)}$$

Donde:

V_s : volumen del silo

R : radio del cilindro del silo, en metros

2.3.7.1.6.2. espesor de la pared del silo

$$F = \sigma * 2t * h_1 \quad \text{(ec.11)}$$

Donde:

F : fuerza en la plancha, debido a la carga del material

σ : Fuerza admisible

H_1 = altura del cono inferior en metros

2.3.7.1.6.3. cono inferior de la descarga

La fuerza total generada por la masa del material que se va a almacenar.:

$$\delta * h_t * A \quad \text{(ec.12)}$$

Donde:

δ : Densidad, 110 kg/m³

h_t : altura total del silo

A : área lateral del semitono

2.3.7.2. Almacenamiento:

El almacenamiento de biomasa radica en su bajo poder calorífico y densidad, lo que requiere grandes superficies para su almacenamiento. Además, la biomasa tiende a tener una alta humedad superficial, lo que ocasiona varios problemas:

- Reducción del poder calorífico efectivo.
- Dificultades en el transporte.
- Riesgo de autoignición debido a las altas temperaturas (60-70°C) que pueden generarse dentro de la pila de biomasa. Esta temperatura provoca la liberación lenta de volátiles, lo que disminuye el poder calorífico del material, especialmente cuando hay presencia de corteza y hojas, lo que favorece la fermentación.
- La naturaleza inflamable de la biomasa requiere la implementación de sistemas de control de incendios adecuados, dependiendo del tipo de almacenamiento y los productos utilizados en las instalaciones de generación de energía térmica.
- Los métodos comunes de almacenamiento incluyen al aire libre, cubiertos, en fosas, en silos, en tolvas de obra civil o en silos metálicos.
- El almacenamiento al aire libre puede provocar pérdidas de humedad durante estaciones húmedas, pero es una opción económica que requiere mucho espacio.
- Los sistemas de almacenamiento cubiertos protegen la biomasa de las condiciones climáticas, pero aumentan los costos.

2.3.7.3. Sistema de combustión de cascarilla de arroz

En el procedimiento de ignición del ciclo Brayton, se llevará a cabo el diseño de un quemador que sea capaz de utilizar la cantidad requerida de cáscara de arroz para generar electricidad.

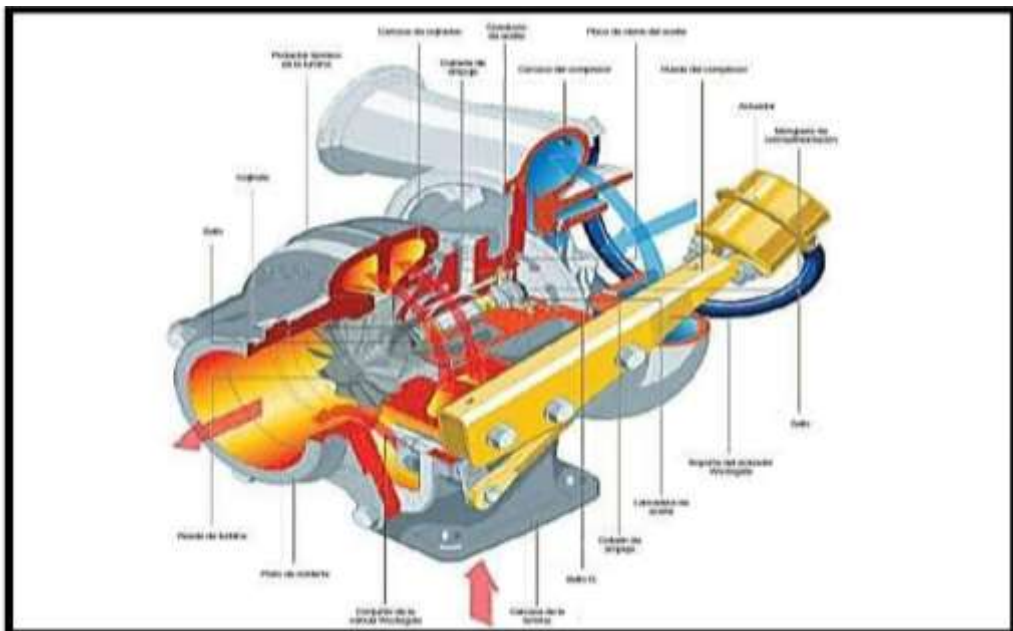
2.3.7.4. Turbocompresor

El turbocompresor, dispositivo de aumento de presión quien emplea una turbina para prensar gases. El sistema es frecuentemente empleado en motores de combustión interna. En algunas naciones, los impuestos sobre los vehículos están asociados con el tamaño del motor.

Debido a que un motor equipado con un turbocompresor ofrece una fuerza máxima superior para un determinado tamaño de cilindrada específica, los automóviles equipados con turbocompresores suelen estar sujetos a impuestos más bajos en comparación con aquellos que no los poseen.

Ilustración 5

Detalles De Los Componentes Del Turbocompresor



FUENTE: TURBOCOMPRESOR HOL

2.3.7.4.1. ¿Cómo funciona un turbocompresor?

El proceso de un turbocompresor involucra una turbina impulsada por los gases de escape de un motor de combustión interna. Esta turbina se encuentra enlazada a un compresor centrífugo en el mismo eje. El compresor toma el aire a presión atmosférica a través del filtro de aire y lo comprime para introducirlo en los cilindros a una presión superior a la atmosférica.

Los turbocompresores varían en tamaño y presión de soplado. Los más pequeños y de menor presión pueden ejercer una presión máxima de alrededor de 0,25 bar (3,625 psi), a diferencia de los de mayor tamaño pueden alcanzar hasta 1,5 bar (21,75 psi). En máquinas de motorización de carrera, la presión puede ser aún más altas, llegando a valores de 3 a 8 bar.

La ventaja del turbocompresor radica en que emplea energía de los gases de escape para comprimir el aire de admisión, lo que significa que consume menos potencia del motor en comparación con otros sistemas, como los compresores mecánicos accionados por pulea conectada al cigüeñal. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los turbocompresores pueden provocar pérdidas de potencia fuera de su rango de funcionamiento óptimo.

2.3.8. Gestión o Impacto Ambiental

El uso de biomasa como recurso de energía presenta una variedad de beneficios ambientales. Consigue ayudar a contrarrestar la modificación del clima y la emisión de gases de calentamiento global, disminuir la acidificación de la lluvia y evitar la erosión del suelo y la contaminación del agua.

Además, reduce la carga de residuos urbanos, mejora los hábitats naturales de la fauna y contribuye al estado de bienestar y la conservación del equilibrio natural.

- a) Cambio climático
- b) Lluvia ácida
- c) Erosión de suelos y contaminación de agua
- d) Hábitat silvestre

2.3.9. Gestión de Riesgos Sanitarios

El estudio de las diversas formas de riesgos y consecuencias ambientales asociadas con el uso de gas deficiente incluye los peligros relacionados con la toxicidad, los incendios y las explosiones.

a) Riesgos tóxicos

Un elemento esencial del gas deficiente es el monóxido de carbono, un gas extremadamente peligroso y nocivo debido a su tendencia a unirse a la hemoglobina en la sangre, lo que obstaculiza la captación y distribución de oxígeno.

Durante la puesta en marcha, es común liberar gas, por lo que es necesario asegurar que los gases generados no se acumulen en un espacio cerrado. Como medida estándar, una chimenea adecuada proporciona suficiente seguridad.

b) Riesgos de incendio

las amenazas de incendio pueden surgir por diversas causas, entre ellas:

- Temperaturas elevadas en el exterior del equipo.
- Peligro de generación de chispas durante la recarga del combustible.
- Existencia de fuego en las aberturas de aire del gasificador o en la tapa de recarga.
- Estas amenazas pueden reducirse significativamente al implementar las siguientes medidas de precaución:
 - Separar las áreas más fogosas del sistema.
 - Instalar un depósito de colmado con doble compuerta.
 - Incorporar una compuerta de regreso de flama en la admisión del gasificador.

c) Riesgos de explosión

Las explosiones logran tener lugar cuando el gas se combina con una cantidad adecuada de aire para generar una mezcla explosiva, situación que puede surgir por diversos motivos:

- Entrada de aire en el sistema de gas.
- Ingreso de aire al repostar combustible.
- Infiltración de aire en un gasificador frío que aún contiene gas, lo que puede provocar su encendido.
- El retroceso de la llama desde el quemador de gases de escape ocurre cuando el sistema se carga con una mezcla combustible de aire y gas durante el proceso de arranque.

Para evitar los peligros del operador al quemar los gases en el compartimento del tanque se puede introducir un pedazo de papel inflamado u otro elemento análogo justo en la apertura de compuerta.

Otra medida de precaución es la instalación de un sistema de llenado con doble compuerta.

La entrada de corriente en un gasificador frío y su ignición súbita pueden desencadenar un estallido. Por lo tanto, es necesario ventilar cuidadosamente los sistemas antes de encender el combustible cuando están en frío.

d) Riesgos ambientales

En el proceso de gasificación de desechos agrícolas, se producen cenizas tanto en el gasificador como en el área de purificación, además de líquidos condensados, especialmente agua. Estos fluidos pueden contener contaminantes como resinas fenólicas y alquitrán.

2.3.10. Evaluación Económica

El proyecto en análisis, considerado como estudio en este contexto, se espera que recupere la inversión en aproximadamente 8 años, con un Valor Actual Neto (VAN) y una Tasa Interna de Retorno (TIR) favorables.

VAN

- $VAN > 0 \rightarrow$ Proyecto rentable(realizarlo)
- $VAN < 0 \rightarrow$ Proyecto NO rentable(archivarlo)
- $VAN \approx 0 \rightarrow$ Proyecto Indiferente

TIR

Se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente de los flujos de entrada de efectivos sea igual al valor presente de los flujos de salida de efectivo.

2.3.11. Normatividad Legal:

2.3.11.1 Internacional

- Protocolo de Kioto.

2.3.11.2. Nacional

El Gobierno del Perú dio en 2008 la Ley N° 1002, denominada “Ley de Promoción, Inversión y Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables”

La Ley 1002 y su reglamento (D.S. N° 050-2008-EM que fuera derogado por el nuevo Reglamento D.S. N° 012-2011-EM).

El marco regulatorio establece las condiciones para la concesión de generación utilizando recursos energéticos renovables (RER). Entre sus disposiciones, se contempla un aumento del 5% en la perspicacia de las RER en el gasto de electricidad por año durante los primeros cinco años, partiendo de un consumo de 30,000 GWh/h en el año 2010.

Ley N° 27446 (Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental)

DS N°050-2008-EM; Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables

DL N°1002; Ley de Promoción Inversión Generación de Electricidad Uso de Energías Renovables

DL N°1058; Promueve la Inversión en Generación Eléctrica con Recursos Hídricos y otros Recursos Renovables

D.S. 021-2007-EM Reglamento de Comercialización de Biocombustibles Líquidos.

2.3.12. Definición De Términos

- **La cáscara de arroz:** La cáscara de arroz es un material vegetal compuesto principalmente de celulosa y sílice, lo que la hace eficaz como combustible. Su uso como fuente de energía ofrece una importante contribución a la conservación de los recursos naturales y representa un avance en el desarrollo de tecnologías limpias y rentables en la producción de arroz, uno de los principales alimentos en nuestra dieta familiar.

Generador eléctrico: Es un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, siendo posible convertir esta corriente alterna en corriente directa a través de un proceso de rectificación.

- **Tubería:** Se trata de un conducto o canal usualmente de forma cilíndrica que se emplea para transportar líquidos, gases o sólidos a lo largo de él. Las tuberías pueden estar fabricadas con diversos materiales como metal, plástico, cemento, entre otros, y se utilizan en una variedad de sistemas como distribución de agua, alcantarillado, calefacción y refrigeración, así como en el transporte de petróleo y gas, entre otros usos.
- **Turbocompresor:** también conocido como turbo, es un sistema de aumento de potencia que emplea una turbina centrífuga para impulsar, mediante un eje coaxial, un compresor centrífugo responsable de comprimir gases. Los turbocompresores son comunes en los motores diésel y de gasolina de alta potencia, así como en motores de aviación y en algunas aplicaciones industriales.
- **Almacén:** Es un lugar específico destinado al almacenamiento de productos dentro de la cadena de suministro. Estos espacios pueden variar en tamaño y capacidad, desde pequeños locales hasta grandes instalaciones industriales. Los almacenes suelen estar organizados de manera que los productos puedan ser fácilmente ubicados, manipulados y distribuidos según sea necesario. Además, suelen contar con sistemas de inventario y control de existencias para gestionar de manera eficiente los productos almacenados. Los almacenes son fundamentales, ya que permiten mantener un flujo continuo de productos desde su producción hasta su distribución final.
- **Combustión:** En la mayoría de las circunstancias, la combustión implica la rápida oxidación de un combustible, liberando energía en

forma de calor y luz. El concepto de "combustión" también abarca la noción de oxidación en un sentido más amplio.

- **Transporte:** se refiere al movimiento de personas, bienes o materiales de un lugar a otro. Puede realizarse utilizando una variedad de medios, como vehículos terrestres (automóviles, autobuses, trenes), vehículos acuáticos (barcos, buques), vehículos aéreos (aviones, helicópteros) o incluso a través de sistemas de transporte más modernos como los trenes de alta velocidad o los drones.
- **Biomasa:** puede ser transformada en desiguales formas de energía, como calor, electricidad y biocombustibles, a través de procesos como la combustión, la gasificación, la fermentación y la digestión anaeróbica. Es un recurso de energía renovable, ya que puede ser producida de manera continua a través de la regeneración natural o la gestión adecuada de los residuos orgánicos.
- **Gasificación:**
La gasificación es considerada una tecnología prometedora para la conversión de residuos en energía y para la producción de energía limpia y sostenible.
- **Pirólisis:** es un proceso térmico el cual se descompone la materia orgánica sin oxígeno o en condiciones de oxidación limitada. Durante el pirólisis, la materia prima, que puede ser biomasa, residuos sólidos, plásticos u otros materiales orgánicos, se calienta a altas temperaturas, típicamente entre 300 °C y 800 °C. Como resultado de la descomposición térmica.

Este producto suele estar compuesto por volátiles, como hidrocarburos ligeros, mientras que los productos líquidos pueden ser aceites, alquitranes o líquidos pirolíticos.

Los sólidos residuales, conocidos como carbón vegetal, carbonilla o coque, contienen principalmente carbono. El pirólisis es utilizado en diversas industrias, incluyendo la producción de carbón vegetal, la fabricación de coque metalúrgico.

Es un proceso importante para la conversión de materiales orgánicos en productos útiles y para la gestión sostenible de los residuos.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Diseño de investigación

La investigación que realizaremos quedará de carácter descriptivo, porque buscamos informar sobre la generación de energía eléctrica mediante la utilización de desechos agrícolas. Con este fin, desarrollaremos un diseño para una pequeña central termoeléctrica que proporcionará electricidad a ocho viviendas, las cuales se abastecerán de energía a partir del cultivo de cáscaras de arroz.



3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Es la suma total de energía requerida por el asentamiento MIRAFLORES – MONSEFÚ compuesto por ocho inmuebles donde cada casa tiene una demanda máxima de 7.2 KW-H.

Descripción población	N° de Viviendas	(kW-h/DIA) de energía/ vivienda	(kW-h/DIA) de energía de la
Miraflores-Monsefú	8	7,2	57,6

3.2.2. Muestra

Se corresponde con la población.

3.3. Hipótesis

La implementación de una pequeña central termoeléctrica que utilice la cascara de arroz local como combustible, producirá electricidad, para satisfacer las demandas energéticas de los residentes del asentamiento Miraflores en Monsefú.

3.4. Variables

3.4.1. Variable independiente

- A. Máxima Demanda energética
- B. Poder Calorífica de la cascarilla de arroz

3.4.2. Variable dependiente

- A. El diseño de una minicentral termoeléctrica de 5 KW.

3.5 Operacionalización de variables

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Indices	Técnica de recolección de datos	Instrumentos de recolección de información	Instrumento de medición
Máxima demanda energética	Consumo energético	Máxima demanda del caserío	Máxima demanda de cada vivienda	(kW-H/día) energía/vivienda	- Análisis de documento (encuesta) - observaciones	Guía de análisis de documentos, guías de observación	voltámetro
Poder calorífico de la cascarilla de arroz	Propiedades fisicoquímica	Poder calorífico de la cascarilla de arroz	Densidad	Kg/m ³	Análisis de documentos (análisis de cascarilla de arroz)	Guía de análisis de documentos	
			Humedad	%			
			Material volátil	%			
			Cenizas	%			
			Carbono fijo	%			
			Poder calorífico	Kcal/kg			
			Tiempo de secado de cascarilla	Min- hora	- observación	Guías de observación	- cronometro
			Temperatura	°C			- Pirómetro
			Otros Residuos sólidos de la cascarilla de arroz	Kg	- análisis de documento (encuestas, recolección de datos)	Guía de análisis de documentos (recolección de datos)	Balanza
Prueba de Porcentaje de cascarilla de arroz	%						

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	indices	Técnica de recolección de datos	Instrumentos de recolección de información	Instrumento de medición
El diseño de una minicentral termoeléctrica de 5 KW	Cantidad necesaria de cascarilla de arroz que ingresa en el proceso de combustión para la máxima demanda	Flujo másico	Kilogramos (kg)	Kg/h	Análisis de documentos (encuestas)	Guía de análisis de documentos (recolección de datos)	Balanza
	Generación del proceso termodinámico o joule brayton	Proceso térmico	Combustión	CO ₂	observación	Guías de observación	opacímetro
			Emisiones de gases				
			Gasificación	Flujo másico	Kg/h	Análisis de documento	Guía de análisis de documento
Potencia mecánica	J/seg						
El rango de temperatura que alcanza la combustión al ser quemado la cascarilla de arroz	Temperatura	Tiempo de combustión de la cascarilla de arroz		°C	Observación, análisis de documento	Guía de observación, guía de análisis de documento	Pirómetro

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Métodos de recolección de datos

3.6.1.1. Analítico:

Ejecución y desarrollo del proyecto se vio facilitada por la creación del sistema de producción de energía eléctrica haciendo uso de desechos agrícolas, específicamente la cáscara de arroz como su principal fuente de energía. Cada componente implicado en la conversión de la cascarilla de arroz en electricidad fue minuciosamente examinado, con el fin de asegurar que el diseño

cumpliera con los objetivos establecidos y para evaluar la eficacia y la cantidad de energía eléctrica generada.

3.6.1.2. Sintético:

Cada parte del proyecto fue examinada detalladamente, desde el proceso de secado de las cáscaras de arroz hasta el procedimiento de generación eléctrica, con el objetivo de comprender el trabajo del sistema, correspondiente al ciclo Brayton.

3.6.1.3. Inductivo:

El propósito del proyecto es obtener hallazgos, extraer conclusiones y evaluar su eficacia en la generación de energía.

3.6.1.4. Deductivo:

Mediante este enfoque, pudimos formular hipótesis, realizar investigaciones y presentar propuestas de solución del proyecto.

3.6.2. Técnicas de recolección de datos

a. Observación: Se identificó la problemática social y se implementaron mejoras contribuyendo a mejorar el bienestar de vida de los habitantes al abordar la falta de acceso al servicio eléctrico.

b. Entrevista: Se recopilaron datos a los residentes que expresaron su insatisfacción por la falta del servicio principal en esa comunidad.

c. Encuestas: La adquisición de datos precisos fundamentales para nuestra investigación, tales como:

1. Hectáreas sembradas de arroz por año
2. Tiempo de cosecha de arroz
3. Costo de cascarilla
4. Secado de cascarilla
5. Proceso de cascarilla en generación de energía eléctrica

d. Recolección de datos:

Consideraremos los datos y recomendaciones proporcionadas por expertos, libros, tesis, mundiales y artículos científicos, lo cual será de gran ayuda para resolver cualquier inconveniente que surja en el plan.

3.6.3. Instrumentos de recolección de datos

1. Guías de observación (Anexo N°2)

Se ha creado un protocolo de observación para detallar y describir exhaustivamente cada componente del procedimiento de producción de energía eléctrica. Además, tenemos intención de recopilar información de los campos de cultivo de arroz ubicados en las proximidades para asegurar el abastecimiento de

electricidad a las viviendas que serán beneficiadas por nuestro proyecto.

2. Cuestionario (Anexo N° 3)

Se llevaron a cabo una serie de entrevistas con especialistas en el campo de la energía, así como con los habitantes que se vieron beneficiados por el proyecto. El propósito fue valorar el nivel de satisfacción derivada en la producción de la electricidad partiendo de sus cultivos residuales. Este enfoque les ha permitido acceder a electricidad y prescindir del uso de generadores o baterías de automóviles, lo que implica un menor costo y una mejora en su bienestar.

3. Hoja de encuesta (Anexo N°4)

Se llevó a cabo un cuestionario con los residentes del caserío que se vieron favorecidos por el proyecto de obtención de energía partiendo de sus desechos agrícolas.:

- |● La utilización de su cascarilla.
- La satisfacción que tendría la contar con energía eléctrica.
- Con qué frecuencia carga su batería de automóvil para tener energía en su casa.

4. Guía de análisis de documentos (Anexo N°1)

Revisamos las normas técnicas ambientales y los riesgos asociados al proceso de generación de energía eléctrica,

establecidos por el Departamento de Gestión Ambiental (DGE) y el Ministerio de Energía y Minas (MEM).

Además, para elegir los elementos que integrarán el sistema de calefacción como el sistema eléctrico, nos apoyaremos en libros, artículos y manuales especializados que nos proporcionarán orientación para la elección adecuada de dichos componentes.

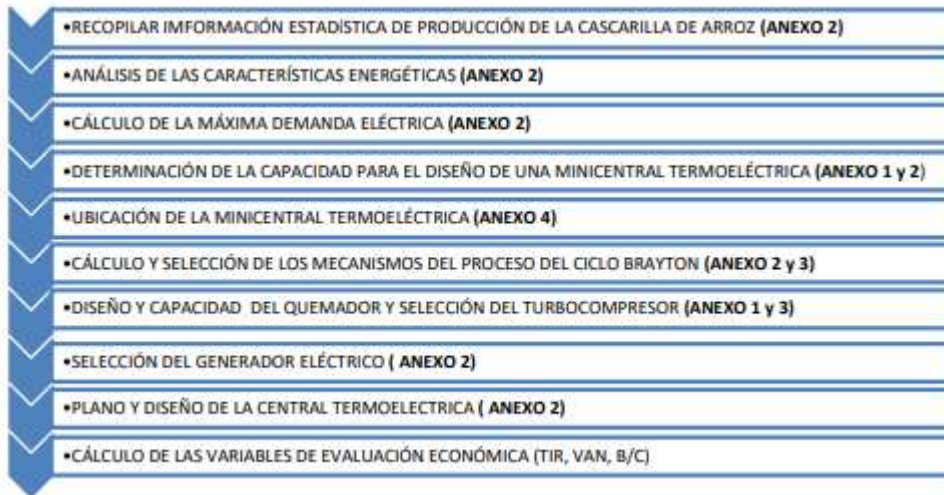
3.7. Procedimiento para la recolección de datos

3.7.1 Diagrama de flujo de Procesos



3.8 Procedimientos de Recolección de Información

3.8.1. Diagrama de flujo de procesos



3.8.2. Descripción de procesos:

3.8.2.1. Recopilar información estadística de producción de la cascarilla de arroz

En el proceso de recopilación estadística, se consideró la producción tanto del caserío como de las áreas circundantes, con el fin de determinar con precisión la cantidad necesaria. Recopilamos datos detallados del Ministerio de Agricultura, el cual nos proporcionó datos sobre las tareas de cosecha de los postrimeros cuatro años en Monsefú.

3.8.2.2. Análisis de las características energéticas

La consideración del uso de biomasa, en particular la cáscara de arroz, como sustituto de los combustibles derivados de hidrocarburos, se destaca como una alternativa cada vez más importante tanto desde el aspecto económico como ambiental.

3.8.2.3. Cálculo de la Máxima Demanda eléctrica

Se realizó un análisis de la comunidad y de las viviendas que recibirán suministro eléctrico para calcular la Máxima Demanda.

3.8.2.4. Determinación de la capacidad para el diseño de una mini central termoeléctrica

Se realizaron los procesamientos de datos necesarios con la finalidad de establecer los requisitos en la mini central y garantizar el suministro de energía al caserío. En situaciones donde no se cultive arroz de forma anual en el asentamiento, se adquirirá la cascara de arroz en las zonas circundantes o de los molinos cercanos. Es esencial asegurar la disponibilidad suficiente de cascarilla para cumplir con la demanda máxima de energía en todo momento.

3.8.2.5. Ubicación de la mini central termoeléctrica

La selección del lugar del proyecto resultó crucial, ya que determinó la generación de electricidad suministrada a los residentes del caserío. La principal prioridad fue asegurar que nuestros sistemas de generación estuvieran próximos a las viviendas, lo que facilitaría la supervisión y evaluación de su funcionamiento y rendimiento. Para ubicar nuestros sistemas de generación, se escogieron zonas cercanas a las casas con el objetivo de asegurar el confort y la satisfacción de los residentes.



3.8.2.6. Cálculo y selección de los mecanismos del proceso del ciclo Brayton

Con el lugar determinado para la mini central termoeléctrica, Se realizó la evaluación de la capacidad diaria de generación de energía, evaluando la disponibilidad de residuos agrícolas en la zona y sus alrededores para abastecer la central. Esto se realizó considerando la potencia instalada requerida para cada vivienda.

Criterios de selección:

- La potencia del turbocompresor
- La capacidad del quemador
- La selección del alternado

3.8.2.7. Diseño y capacidad del quemador y selección del turbocompresor

En el procedimiento del ciclo Brayton, se llevó a cabo el diseño de un quemador que pueda manejar la capacidad de cascara de arroz requerida para la obtención de la electricidad

$$D = \left(\frac{1,27 * \dot{m}}{S_{gr}} \right)^{0,5} \text{ metros}$$

$$H = \frac{S_{GR} * T}{\delta_{CA}} \text{ metros}$$

En cuanto al turbocompresor, se seleccionará en función de las RPM (revoluciones por minuto) del mismo, dado que será accionado por gas caliente del quemador. Dependiendo de los detalles técnicos del turbocompresor, elegiremos el alternador adecuado para el sistema.

3.8.2.8. Selección del alternador

El generador es un aparato que produce corriente alterna, transformando la energía mecánica de su eje en energía eléctrica. En todo caso, será impulsado por el turbocompresor para convertir la energía mecánica suministrada por el saliente en energía eléctrica, que se utilizará para abastecer de electricidad a las viviendas y cubrir la demanda máxima de energía.

Características técnicas:

- Tensión
- Rpm
- Potencia
- Hp
- Corriente

Ilustración 6

Alternador



3.8.2.9. Plano y diseño de la central termoeléctrica

El diseño y la planificación de la central termoeléctrica se llevaron a cabo utilizando el software AutoCAD, el cual detallará el procedimiento de la mini central termoeléctrica, incluyendo los componentes, desde el establecimiento del silo incluso el inversor de corriente eléctrica para abastecer de energía a los 8 domicilios del poblado de Miraflores en Monsefú.

Se presenta a continuación los equipos:

1. Silo
2. tubo de acero galvanizado
3. Ventilador
4. Quemador de combustión de la cascarilla de arroz
5. Turbocompresor
6. Alternador
7. Inversor de corriente

3.8.2.10. Cálculo de variables de evaluación económica (tir, van, b/c)

Al calcular las variables en relación a los aspectos de nuestro proyecto, tomaremos en cuenta tanto el financiamiento como el factor temporal requerido para recuperar la inversión, además de evaluar su eficiencia y productividad.

Este proyecto, que se está llevando a cabo por primera vez, será evaluado económicamente utilizando el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (B/C), con una vida útil estimada de 8 años.

3.8.3. Equipos, materiales e instrumentos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
EQUIPOS	TUBERIA
	QUEMADOR
	TURBOCOMPRESOR DE VEHICULO
	ALTERNADOR
	SISTEMAS DE PROTECCION ELECTRICO
	VENTILADOR
	INVERSOR DE CORRIENTE
	SILO
MATERIALES	CONDUCTORES
	AISLADORES
	CINTAS AISLANTES
	ALICATE DE PRESION O CORTE
	MANGUERIAS Y CAÑERIAS
INSTRUMENTOS	DESTORNILLADOR PLANO Y ESTRELLA
	MULTIMETRO
	VOLTIMETRO
	OPACIMETRO
	ANALIZADOR DE REDES
	PINZAS AMPERIMETRICAS
	BANDEJA PARA CENIZAS

3.8.4. Recursos Humanos

Personal	Numero
Ing. Mecánico eléctrico	1
Asistente del ingeniero mecánico eléctrico	1
Técnico	1
Personal	1

3.8.5. Normas Técnicas

NORMA TÉCNICA	LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN (BT)
D.S. N° 050 – 2008 – EM	Norma generación de electricidad con el uso de energías renovables
D.S. N° 020 – 2011 – EM	Norma de utilidad pública de la electrificación rural
NTCSER N° 016-2008- EM/DGE	Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos rurales
D.S. N° 012 – 2011 – EM	Reglamento de la generación de la electricidad con energías renovables
D.S. N° 29-94 – EM	APRUEBAN EL REGLAMENTO DE PROTECCON AMBIENTAL EN LAS ACTIVIDADES ELECTRICAS
R.M. N° 263 – 2006 – EM/VME	Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector de Electricidad
D.S. N° 020 – 2006 – EM	Calidad de los Servicios Eléctricos
D.S. N° 029 – 2006 – EM	Reglamento de Protección del Medio Ambiental en las Actividades Energéticas
DS. N° 053-2007-EM	Ley de promoción del uso eficiente de la energía

3.8.6. Cálculo de Fórmulas

Se realizaron cálculos para establecer la demanda máxima de energía de cada vivienda, y los requisitos de 5 kW necesarios para el diseño y suministro de nuestra mini central termoeléctrica se detallan en las bases teóricas.

3.8.7. Planos

Los planos serán elaborados con el software AutoCAD:

1. Planos de la mini central termoeléctrica
2. Diseño del quemador
3. Selección de los componentes que conforman la minicentral termoeléctrica.

3.8.8. Diseño

Para asegurar una precisión y eficacia óptimas en el diseño del sistema eléctrico de generación y distribución, se empleó el software AutoCAD.

3.8.9. Pruebas de funcionamiento

Llevamos a cabo ensayos de operatividad para cada equipo, de lo que constituye parte de la mini central termoeléctrica. Durante estas pruebas, confirmamos la adecuada configuración de los equipos según las fichas técnicas y si se encuentran en óptimas condiciones de conservación

3.8.10. Mantenimiento

Para garantizar un rendimiento óptimo en la maniobra de la mini central termoeléctrica, se sugiere lo siguiente:

1. Verificar el estado de las conexiones mecánicas y los acoplamientos tanto internos como externos del sistema mecánico, lo cual debe ser realizado por un profesional experimentado para prevenir posibles fallas mecánicas.
2. Inspeccionar minuciosamente las conexiones de los conductores eléctricos, tarea que debe ser llevada a cabo por un especialista para minimizar los riesgos en las descargas eléctricas.
3. Realizar limpiezas periódicas del sistema para asegurar su correcto funcionamiento.

4. Llevar a cabo tareas de mantenimiento regular en los equipos mecánicos, los cuales son cruciales para la combustión, con el propósito de extender la duración operativa de la mini central termoeléctrica.

3.8.11. Costos

La estimación del proyecto ronda los 17 055,54 soles.

3.8.12. Manual de usuario

Se confeccionó un manual dirigido al especialista de la mini central termoeléctrica, con el objetivo de asegurar un rendimiento óptimo del sistema de quema y producción de energía eléctrica, abordando siguientes puntos:

1. Cada una de las partes mecánicas de la mini central termoeléctrica.
2. Instrucciones de mantenimiento de cada equipo.
3. Esquema de las conexiones del alternador al inversor de corriente.

3.8.13. Impacto ambiental

En términos generales, la producción de energía eléctrica a través del sistema proporciona una variedad de ventajas ambientales. Contribuye a combatir el cambio climático y el efecto invernadero al disminuir las emisiones de gases perjudiciales. Además, colabora en la disminución de las precipitaciones ácidas y ayuda a prevenir la contaminación, lo que resulta beneficioso para el bienestar humano y el equilibrio de los hábitats.

3.8.14. Gestión de riesgos

Es necesario implementar un sistema de señalización que comunique información de protección sin utilizar palabras en zonas donde la comunicación de información es limitada, especialmente en el ámbito de la electricidad, donde las señales apropiadas son escasas. Estas señales deben alertar, regular e informar sobre los riesgos relacionados con la instalación, funcionamiento y cuidado de equipos eléctricos.

3.9 Plan de análisis estadístico de datos

3.9.1. Enfoque cualitativo

Es necesario implementar un sistema de señalización que comunique información de seguridad sin utilizar palabras en zonas donde la comunicación de información es limitada, especialmente en el ámbito de la electricidad, donde las señales apropiadas son escasas. Estas señales deben alertar, regular e informar sobre los riesgos relacionados con la instalación, funcionamiento y cuidado de equipos eléctricos.

3.9.2. Enfoque Cuantitativo

Se realizó un sondeo entre los habitantes de la comunidad "Miraflores - Monsefú" con el fin de recabar información que facilite la identificación de la demanda máxima de energía eléctrica, así como con el fin de estudiar el impacto del papel del ser humano en la conservación de energía.

3.10 Criterios Éticos

3.10.1. Criterio de la publicación

La difusión de este diseño de mini central termoeléctrica contribuirá a impulsar y dar a conocer este tipo de energía renovable e innovadora en zonas rurales. Para muchas personas que no tienen acceso a la red eléctrica en sus hogares, la producción de energía a partir de desechos agrícolas podría ofrecer una excelente opción. Esto beneficiaría a los habitantes de la comunidad "Miraflores-Monsefú" y fomentaría el uso de fuentes de energía sostenibles en entornos rurales.

3.10.2. Criterio de publicidad

Compartir el plan, evidenciaremos que el método de generación de energía es respetuoso con el medio ambiente y viable a largo plazo. Además, mejorará el bienestar de la población al brindarles acceso a una fuente de energía ambientalmente amigable y segura. También abrirá oportunidades para generar ingresos al eliminar la necesidad de utilizar baterías y motores, lo que impulsará el progreso económico de la comunidad.

3.10.3. Ética de la aplicación

En la elaboración del diseño de la mini central termoeléctrica, se utilizaron antecedentes suministrados por un experto en el campo energético. Esto nos

permitirá elegir de manera precisa los equipos que conformarán la parte mecánica del sistema, evitando la sobredimensión del sistema de generación y distribución, y teniendo en cuenta datos técnicos exactos.

3.10.4. Código ético de profesión

El Código de Ética del CIP (Colegio de Ingenieros del Perú).|

Título I, de la Relación con la Sociedad:

“Artículo 4: Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país, dependen de las evaluaciones y decisiones que ellos o su consejo realicen en relación con dispositivos, construcciones, estructuras, maquinarias, productos y procesos. En ningún caso emplearán sus conocimientos en actividades que amenacen la paz y la salud”.

3.11 Criterios de rigor científico

3.11.1. Validez

La credibilidad de este plan de investigación será garantizada mediante la conformidad de 3 evaluadores con amplia práctica y competencia en el campo. Este respaldo facilitará la investigación y el desarrollo de una mini central termoeléctrica.

3.11.2. Fiabilidad

El diseño de una mini central termoeléctrica se fundamentará en los datos suministrados por un experto en energías renovables, así como en la información provista por el Ministerio de Energía y Minas mediante su sitio web y regulaciones relacionadas con energías renovables.

CAPITULO IV: CALCULOS JUSTIFICATIVOS

4.1 Cálculo y Selección De Equipos

4.1.1. Generalidades

El diseño de una mini central termoeléctrica que utilice la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores - Monsefú debe atender las insuficiencias de la comunidad, incluyendo la falta de suministro eléctrico, al mismo tiempo que minimiza el impacto ambiental. Al utilizar o quemar la cascarilla de arroz como combustible, se estaría evitando la liberación de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. Los objetivos esenciales de este proyecto son reducir las emisiones de CO₂ al entorno y generar electricidad en el caserío.

4.1.1.1. Descripción de la generación de energía a partir de una mini central termoeléctrica utilizando como combustible la cascarilla de arroz

La producción de energía eléctrica en el caserío Miraflores - Monsefú será principalmente a través de la mini central termoeléctrica. El diseño de la generación de electricidad consta de varias etapas. En primer lugar, la cascarilla de arroz se almacenará en un silo para su posterior utilización. Después, la cascarilla será conducida al quemador, donde se llevará a cabo la combustión, descartando los gases resultantes. Estos gases se aprovecharán mediante el turbocompresor, donde la energía mecánica generada se convertirá en energía eléctrica. Un alternador estará conectado al turbocompresor con este fin. Por último, la energía eléctrica obtenida se distribuirá a las 8 viviendas del caserío Miraflores - Monsefú a través de un transformador.

4.1.2. Cálculos Justificativos

4.1.2.1. Cálculo de la Máxima Demanda

Máxima Demanda

Para determinar la energía utilizada por un equipo o grupo de equipos, se debe llevar a cabo el siguiente cálculo:

$$C = \frac{P \times T}{1000}$$

Donde:

C: carga total diaria de energía que es consumida (kW/h)

T: periodo de tiempo diario de utilizar el equipo en horas

Artefactos requeridos en el caserío Miraflores - Monsefú			
Equipos requerido	Nº de artefactos	Potencia de equipos (w)	Potencia total de equipos en (w)
Foco	5	50	250
Televisor	2	150	300
Estéreo	1	50	50
Total			600w

Se obtiene una Máxima Demanda de 600 watts por vivienda

Demanda insatisfecha = 600 watts * 8 viviendas = 4800 W

4.1.2.2. Capacidad

La capacidad del quemador se define como la máxima cantidad de cáscara de arroz que puede ser quemada, como se calculó en el análisis del balance de materia, y se estima en 5,223 kg por hora.

- Un saco negro de arroz sin pelar pesa aproximadamente entre 130 y 140 kg.
- En el caserío Miraflores - Monsefú hay 20 hectáreas en total, de las cuales 15 hectáreas se dedican al cultivo de arroz cada año. Por lo tanto, solo se utilizará el 19% de la producción, que corresponde a la cáscara de arroz.

Buena cosecha → 100 sacos por hectárea

Mala cosecha → 80 - 90 sacos por hectárea

- En una cosecha promedio por hectárea, se obtienen 85 sacos, cada uno con un peso de 130 kg.

$$1 \times 85 \times 130 = 11\ 050 \text{ kg}$$

- De las 15 hectáreas de cultivo de arroz en el caserío Miraflores - Monsefú, se utilizarán solo 10 hectáreas.

$$10 \text{ hectáreas} \rightarrow 10 \times 85 \times 130 = 110\ 500 \text{ kg de arroz}$$

- Vamos a efectuar el siguiente cálculo para determinar la cantidad de cascarilla de arroz obtenida.

$$110\ 500 \longrightarrow 19\ \%$$

$$100\% \longrightarrow X$$

$$X = \frac{110500 \times 19\%}{100\%}$$

$$X = 20\ 995 \text{ kg/año de cascarilla de arroz}$$

- ✓ Funcionar 12 horas diarias de 6am- 6 pm
- ✓ La planta funcionara 335 días al año

$$20\ 995 \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{año}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ año}}}{335 \cancel{\text{ días}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ día}}}{12 \text{ horas}} = 5 \text{ kg/h (flujo de combustible)}$$

4.1.2.2. Ingreso De Cascarilla De Arroz

La cantidad de cascarilla de arroz que se alimenta al quemador de biomasa está limitada por la potencia del quemador. El suministro de cáscara de arroz al quemador se realiza mediante un conducto conectado a un silo. Por consiguiente, es esencial deducir la potencia generada mediante el suministro de cáscara de arroz.

- Según los análisis realizados, la cascarilla de arroz tiene un poder calorífico de 2770 kcal/kg.

$$\begin{aligned} &\text{➤ } 2\,770 \times 10^3 \frac{\text{cal}}{\text{kg}} \times \frac{4.1868 \text{ joule}}{1 \text{ cal}} = 11\,597\,436 \text{ J/kg} \\ &\text{➤ } 2\,770 \times \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \times \frac{4.1868 \text{ joule}}{1 \text{ cal}} = 11\,597 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- entonces, calculamos

$$5\,223 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 11\,597\,436 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 60\,573 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

$$60\,573 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} = 16 \text{ kJ/Seg} \approx 16 \text{ kW}$$

- Por ende, al considerar 10 hectáreas, la producción estimada sería de 16 kW.

FLUJO DE PROCESO

Flujo de combustible	5 223 kg/h
Rechazo en el ciclón	5 kg/h
Rechazo en el ciclón	3 kg/h

ANALISIS DE COMBUSTIBLE

Fracción Másica de C	0,367
Fracción Másica de N	0,011
Fracción Másica de H	0,030
Fracción Másica de S	0,000
Fracción Másica de Cenizas	0,20
Fracción Másica de O	0,312
Humedad H ₂ O	0,05

Componentes	% Peso	Peso atómico	N° kmoles
Carbono	36,70	12,011	3,056
Nitrógeno	1,10	14,0067	0,079
Hidrogeno	3,00	1,00797	2,976
Azufre	0,00	32,06	0,000
Cenizas	20	-	-
Oxígeno	31,20	15,9994	1,950
Humedad	5	18,015	0,555

Al principio, partimos del supuesto de que la totalidad del carbono (C) introducido en el quemador se transforma en dióxido de carbono (CO₂). En consecuencia, llevamos a cabo las reacciones dentro del combustor bajo esta premisa. En la tabla siguiente, determinamos mediante estequiometría las moles de productos y la cantidad de oxígeno (O₂) generado en las reacciones.

REACCION	KILOMOLES DE O ₂	KILOMOLES DE PRODUCTO
$C + O_2 \rightarrow CO_2$	3,056	3,056
$N + O_2 \rightarrow NO_2$	0,079	0,079
$H + \frac{1}{4}(O_2) \rightarrow \frac{1}{2}H_2O$	0,744	1,488
$S + O_2 \rightarrow SO_2$	0,000	0,000
TOTAL	3,879	4,623

Para determinar la cantidad total de kilomoles, sustraemos los kilomoles logrados de los obtenidos previamente para conocer la cantidad real teórica de oxígeno que conservamos.

$$\eta_{\text{O}_2} = 3,879 - 1,929 \text{ kmoles de O}_2$$

$$\eta_{\text{O}_2} = 2 \text{ kmoles de O}_2$$

Dado que ahora conocemos los kilomoles de O₂ disponibles, podemos determinar los kilomoles de aire y de N₂, considerando que el aire está compuesto en un 79 % por N₂ y un 21 % por O₂.

$$1.929 \text{ kilomoles de O}_2 * 100/21 = 9,186 \text{ kmoles de aire teóricos.}$$

$$9.186 \text{ kilomoles de Aire} * 79/100 = 7 \text{ kmoles de N}_2 \text{ en Aire}$$

Ahora sumamos los kilomoles de los productos junto con los de N₂ para obtener los totales presentes en los gases de escape.

$$7 + 4,623 = 11 \text{ kmoles / hora en los humos.}$$

Convertimos estas cantidades a litros y luego a metros cúbicos.

$$\boxed{PV = nRT} \text{ -----Gases Ideales}$$

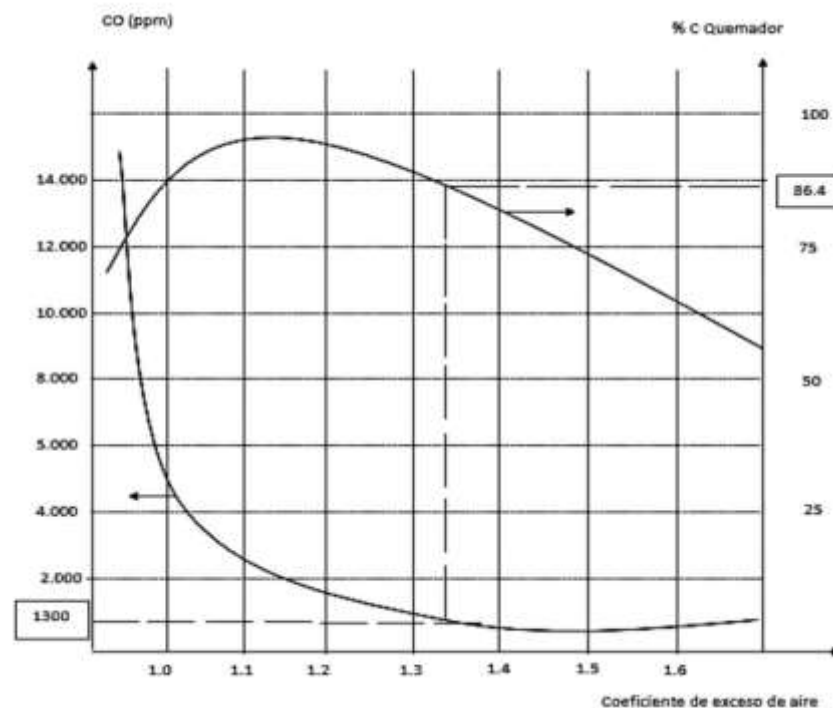
$$V = (11 * 0,082 * 293,15) / 0,9998$$

$$V = 286,632 \text{ litros}$$

$$V = 0,29 \text{ m}^3$$

Nota: En la ciudad de Monsefú, la presión atmosférica se sitúa en torno a 0,9998, casi 1. Según el gráfico proporcionado en el guion, se observa un exceso de aire del 35%, un rendimiento del 84,6% y una concentración de CO de 1300 ppm.

El límite legal para este tipo de industrias es de 1445 ppm, lo que también sugiere una eficiencia máxima.



El hecho de que [CO] sea de 1 300 ppm indica que, por cada metro cúbico, hay una concentración de 1,3 litros. Al sustituir este valor, obtenemos:

$$1,3 \text{ litros} \cdot 0,286 \text{ metros cúbico} / 1 \text{ metros cubico} = 0,37 \text{ litros de CO}$$

Aplicando:

$$PV = nRT$$

$$n = PV/RT$$

$$n = (0,9998 \cdot 0,37) / (0,082 \cdot 293,15)$$

$$n = 0,02 \text{ kmoles / hora CO en humos}$$

Procedemos a realizar nuevamente el integro de los cálculos, no obstante, esta vez consideramos cual parte del carbono (C) presente se convierte en monóxido de carbono (CO) además de dióxido de carbono (CO₂). Así, recalculamos todos los pasos hasta que los valores converjan, indicando así que hemos alcanzado el resultado deseado obtenido es el bueno.

REACCION	KILOMOLES DE O ₂	KILOMOLES DE PRODUCTO
C + ½ O ₂ → CO	0.01543	0.01543
C + O ₂ → CO ₂	3.041	3.041
N + O ₂ → NO ₂	0.079	0.079
S + O ₂ → SO ₂	0.000	0.000
H + ¼ O ₂ → ½ H ₂ O	0.744	1.488
TOTAL	3.87943	4.62343

Para determinar la cantidad total de oxígeno teóricos en kilomoles, sustraemos los kilomoles que hemos calculado recientemente de los que teníamos previamente, lo que nos proporciona la cantidad real teórica de oxígeno disponible, asumimos:

$$\eta_{to2} = 3,879 - 1,950 \text{ kmoles de O}_2$$

$$\eta_{to2} = 1,9 \text{ kmoles de O}_2$$

En vista que conocemos la cantidad de kilomoles de O₂ disponibles, podemos determinar la cantidad de kilomoles de aire y de nitrógeno (N₂) presentes. Dado que el aire está compuesto aproximadamente por un 79 % de N₂ y un 21 % de O₂, podemos utilizar esta proporción para calcular los kilomoles de aire y de N₂.

$$1,929 \text{ kilomoles de O}_2 * 100/21 = 9,186 \text{ kmoles de aire teóricos.}$$

$$9,186 \text{ kilomoles de Aire} * 79/100 = 7,257 \text{ kmoles de N}_2 \text{ en Aire}$$

Así, añadimos kilomoles de los productos junto con los kilomoles de N₂ para obtener el absoluto presentes en los gases de combustión.

$$7,257 + 4,62343 = 11,88042 \text{ kmoles / hora en los humos.}$$

Convertimos estas cantidades a litros y luego a metros cúbicos

$$P V = n R T$$

$$V = (11,88042 * 0,082 * 293,15) / 0,9998$$

$$V = 0,29 \text{ m}^3$$

Según gráfica, retenemos el 35% del exceso de aire, lo que resulta en un rendimiento del 84.6%, y una concentración de 1300 ppm de CO.

Considerando que el límite legal para este tipo de industrias es de 1445 ppm, lo que indica una eficiencia máxima.

[CO] 1300 ppm indica que 1,3 litros representan un metro cúbico.

Reemplazando tenemos:

$$\frac{1.3 \text{ litros} * 0.286 \text{ metros}^3}{1 \text{ metros cubico}} = 0,37 \text{ litros de CO}$$

Aplicando nuevamente:

$$P V = n R T$$

$$n = \frac{P * V}{R * T}$$

$$n = \frac{0,9998 * 0,3716}{0,082 * 293,15}$$

$$n = 0,02 \text{ kmoles /hora CO en humos}$$

P: presión y se mide en atmósferas

V: volumen

n: número de moles

r: constante que representa $0,082 \text{ atm} \cdot \text{litro} / ^\circ\text{K} \cdot \text{mol}$

T: temperatura absoluta medida con escala Kelvin ($^\circ\text{C} + 273 + 20 = ^\circ\text{K}$)

Como podemos observar, el valor previamente mencionado se repite, lo que confirma la precisión de los cálculos.

$$\text{Peso molecular CO} \rightarrow \text{C}^{12} \text{O}^{16} = 28,01 \text{ g/mol}$$

$$\text{Peso molecular CO} \rightarrow \text{C}^{12} \text{O}_2^{16} = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$\text{P.M CO} = 28,01$$

$$0,01543 \cdot 28,01 = 0,43 \text{ kg/h de CO}$$

$$\begin{array}{l} \text{Peso atómico del carbono} \longrightarrow \\ \text{Peso atómico del CO} \longrightarrow \end{array} \left(\frac{12,011 \text{ kg.C}}{28,01 \text{ kg.CO}} \right) \cdot 0,43 = 0,19 \text{ kg de C en CO}$$

Calculamos el porcentaje del peso de carbono, que es de 36,70 kg de C, con una eficiencia del 86,4%. Esto implica que se queman 31,709 kg.

$$\begin{array}{l} 36,70 \text{ kg} \longrightarrow 100\% \\ X \longrightarrow 86,4\% \end{array}$$

La cantidad a quemar

$$X = \frac{36,70 \cdot 86,4\%}{100\%}$$
$$x = 31,71$$

La cantidad sin quemar

$$\begin{array}{r} 36,70 \text{ kg} - \\ 31,71 \text{ kg} \\ \hline 4,99 \text{ kg} \end{array}$$

Realizamos la resta entre los kilogramos de carbono (C) y los kilogramos de carbono (C) que se encuentran en el CO.

$$\begin{array}{r}
 31,71 \text{ kg de C} - \\
 \underline{0,19 \text{ kg de C en CO}} \\
 31,52 \text{ kg de C en CO}_2
 \end{array}$$

$$\left(\frac{44 \text{ kg CO}_2}{12,011 \text{ kg C}}\right) * 31,529 = 115,5 \text{ kg de CO}_2$$

$$\left(\frac{5,223}{36,7}\right) * 4,991 = 0,71 \text{ sin quemar}$$

Coefficiente de Exceso de aire = 1,35 = η_{O_2} real / NO_2 teórico

$$1,929 * 1,35 = 2,60 \text{ kmol/ hora O}_2$$

$$2,604 - 1,929 = 0,68 \text{ Kmol /hora O}_2$$

$$9,186 * 1,35 = 12,40 \text{ Kmol/hora aire reales.}$$

$$7,257 * 1,35 = 9,797 \text{ Kmol / h N}_2 \text{ reales}$$

Si la totalidad de la cascarilla se quema, se obtiene lo siguiente:

$$3,056 - 0,01543 = 3,04057 \approx 3,04 \text{ kmol / h CO}_2$$

$$3,04 * 44,01 = 133,834 \text{ Kg/ h CO}_2$$

Peso molecular.

CO → 28,01 g/mol

NO₂ → 46,004 g/mol

SO₂ → 64,062 g/mol

H₂O → 18,015 g/mol

$$0,15 * 28,01 = 0,42 \text{ kg/h CO}$$

$$0,079 * 46.004 = 3,63 \text{ kg/h NO}_2$$

$$0.000 * 64,062 = 0,00 \text{ kg/ h de SO}_2$$

$$1,488 * 18,015 = 26,81 \text{ kg/h de H}_2\text{O}$$

$$\text{Total} = 164,69 \text{ kg/ h de gases}$$

$$\begin{array}{l} 164,691 \text{ kg / h de gases} \longrightarrow 100 \\ X \longrightarrow 11\% \end{array}$$

$$\% \quad X = \frac{164.691 \times 11\%}{100\%}$$

$$X = 18,12 \text{ kg de cenizas}$$

$$\begin{array}{l} \text{Mol de N}_2 \longrightarrow 9,797 * 28,012 = 274,43 \text{ kg/h N}_2 \\ \uparrow \\ \text{Masa molecular del N}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Mol de O}_2 \longrightarrow 0,675 * 31,998 = 21,56 \text{ kg/h O}_2 \text{ exceso} \\ \uparrow \\ \text{Masa molecular del O}_2 \end{array}$$

La suma total no resulta en el flujo de corriente.

$$\begin{array}{r}
 164,91 \text{ kg / h gases +} \\
 18,12 \text{ kg de cenizas} \\
 274,72 \text{ kg/h de N}_2 \\
 \hline
 21,60 \text{ kg/hora O}_2 \text{ exceso} \\
 \hline
 \text{Al 100 \%} \longrightarrow 478,724 \text{ kg/ h}
 \end{array}$$

Considerando que únicamente el 86.4% de la cascarilla se quema, calculamos la corriente que atraviesa efectivamente B.

$$478,724 * 0,864 = 413,6175 \rightarrow 413,62 \text{ kg/h de flujo por B}$$

La corriente A consume toda la cáscara de arroz.

$$\begin{array}{l}
 2,604 * 31,998 = 83,32 \text{ kg/h O}_2 \\
 9,979 * 28,012 = 274,43 \text{ kg/h N}_2 \\
 \text{Total} = 357,76 \text{ kg/h aire por A}
 \end{array}$$

Dado que solo el 86.4% de la cascarilla se quema, calculamos la corriente que atraviesa efectivamente A.

$$357,575 * 0,864 = 309,10 \text{ kg/h Aire}$$

El balance dice que $A + G = B$

$$\begin{array}{r}
 413,618 \text{ kg/h de flujo por B -} \\
 309,102 \text{ kg/h aire por A} \\
 \hline
 104,52 \text{ kg/h}
 \end{array}$$

La corriente G tiene un flujo de 104.52 kg/h, y se observa un pequeño aumento en B debido al contenido de humedad presente en la cascarilla de arroz.

➤ Rechazo en el ciclón = 3 kg/h = C

➤ Rechazo en el filtro = 5 kg = E

$$D = B - C = 413,62 \text{ kg/hora de flujo B} - 3 \text{ kg} = 408,62 \text{ kg/h}$$

$$F = B - C - E = 413,618 \text{ kg/hora de flujo B} - 3 \text{ kg/h} - 5 \text{ kg} = 405.62 \text{ kg/h}$$

Tenemos 0.71 kg/hora cascarilla sin quemar

$$\text{Fracción másica de C} = 0,367$$

$$0,71 \text{ kg/ hora cascarilla sin quemar} \times 0,367 \text{ (fracción másica del C)} =$$

$$= 0,26067 \text{ kg/h} \approx 0,26 \text{ kg/h}$$

Fracción másica de las cenizas → 0,2

$$0,2 * 5 = 1 \text{ kg/h de Cenizas}$$

$$0,2 * 3 = 0,6 \text{ kg/h de Cenizas en E}$$

Los balances cuantitativos permanecerán en los cuadros.:

A	B	C	D	E	F	G	PUNTOS
309,1	413,62	5	408,62	3	405,62	104,52	FLUJO Kg/h

4.1.2.3. Dimensiones Del Ventilador

Usaremos la ecuación de Bernoulli para analizar entre los puntos 1 y 2.

Para hacerlo, asumimos:

1. Codo Cerrado $45^\circ = 75 \text{ cm}$
2. Tubería de acero lisa = $\lambda = 0$

$Z_1 = 0 \text{ m}$ $Z_2 = 1 \text{ m}$ $L = 1 \text{ m} \rightarrow$ Asumimos
 $U_1 = 20 \text{ m/s}$ Φ de la tubería = $1'' \rightarrow 2,54 \text{ cm} = 0,0254 \text{ m}$
 $U_1 = U_2 =$ el término de la velocidad se cancela
 $P_1 = P_2 = 0,9998 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \rightarrow$ Presión atmosférica

Sabemos que el caudal:

$$\dot{m} = Q = 309,102 \text{ kg/h}$$

$$\rho_{(\text{aire}, 600^\circ)} = 0.409 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} \text{ ----- Caudal en volumen}$$

$$\dot{Q} = (309.102 / 3600) / 0.409$$

$$\dot{Q} = 0.21 \text{ m}^3 / \text{s} \rightarrow 756 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = u \cdot s$$

$$Q = u \cdot \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$Q = 0,21 \cdot 4 = 20 \cdot \pi \cdot D^2$$

$$D = 0,12 \text{ m}$$

$$\boxed{Re_{20^{\circ}C} = \frac{D \cdot u \cdot \rho}{\mu}}$$

----- Numero de Reynolds

$$Re_{20^{\circ}C} = \frac{0.12 \cdot 20 \cdot 1.2058}{1.813 \times 10^{-5}}$$

$$Re_{20^{\circ}C} = 15\,4299,8345 > 4000 = \text{turbulento}$$

$$\rho(\text{Aire}, 20^{\circ}C) = 1,2058 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu(\text{aire}, 20^{\circ}c) = 1,813 \times 10^{-5} \text{ kg/ m.s}$$

Propiedad del aire y presión ambiente
y temperatura ambiente

Tabla 16: Caudal De Salida De Suplante

Tipo/Marca	fases	voltaje	RPM	Velocidad		caudal			
				Diámetro salida (in)	Area Salida (m2)	Max(m/s)	Min(m/s)	Max(m3/h)	Min(m3/h)
centrifugo	1	110	3000/3600	5	0.13	20.8		973	
centrifugo	1	110	3000/3600	4	0.008	30	8	875	233.4
centrifugo	1	110	3000/3600	3	0.005	23	12	377	196.9
centrifugo	1	110	3000/3600	2.5	0.003	20	10	228	114

Fuente: http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_VENTILADORE

4.1.2.4. Perdida De La Carga

$$h_f = \frac{f \cdot l \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D} = \text{Pa}$$

$$N_R = \frac{\mu \cdot D}{\nu} = \frac{(20)(0,0254)}{89,4 \times 10^{-6}} = 5682,33 \quad ;$$

$$\nu_{600^{\circ}C} = \text{viscosidad de los gases} = 89,4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Tabla 17 Características físicas del aire y los gases de Combustión Con una Composición estándar.

T, °C	Aire			Gases de combustión de composición estándar		
	ν 10 ⁶ [m ² /s]	K 10 ² [W/m.K]	Pr	ν 10 ⁶ [m ² /s]	K 10 ² [W/m.K]	Pr
0	13,6	2,42	0,70	11,9	2,27	0,74
100	23,5	3,18	0,69	20,8	3,13	0,70
200	35,5	3,89	0,69	31,6	4,00	0,67
300	48,9	4,47	0,69	43,9	4,82	0,65
400	63,8	5,03	0,70	57,8	5,68	0,64
500	73,2	5,60	0,70	73,0	6,54	0,62
600	98,0	6,14	0,71	89,4	7,40	0,61
700	116	6,65	0,71	107,0	8,25	0,60
800	136	7,12	0,72	126,0	9,13	0,59
900	157	7,59	0,72	146,0	9,99	0,58
1000	179	8,03	0,72	167,0	10,87	0,58

$$\frac{D}{E} = \frac{0.0254}{1.5 \times 10^{-6}} = 16933,3$$

Intersectando líneas en el diagrama de MODOY el factor de fricción

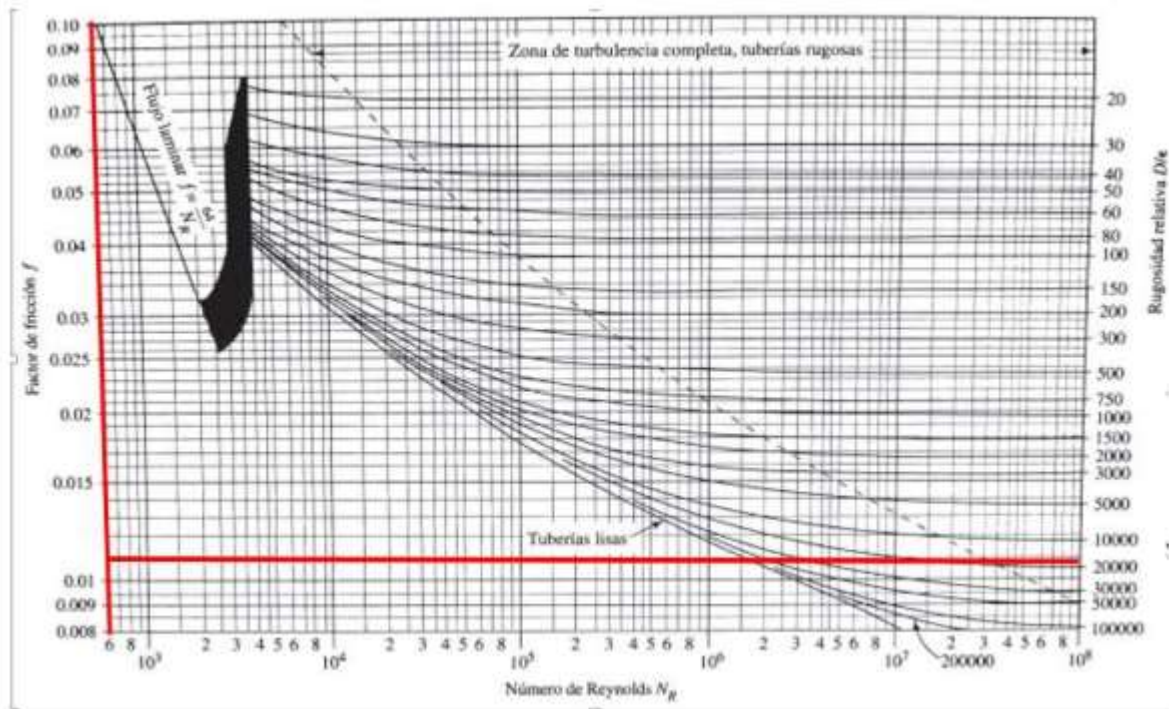
$$f_r = 0.0125$$

$$h_f = \frac{(0.0125)(1\text{m})(20)^2}{2(9.8)(0.0254)} = 10,03 \text{ m}$$

Tabla 18: RUGOSIDAD EN TUBERIAS DE ACERO LISO

Material	Rugosidad (m)	Liso
Vidrio	Liso	1.0 x 10 ⁻⁶
Plásticos	3.0 x 10 ⁻⁷	5.0 x 10 ⁻⁶
Tubo extruido, cobre, latón y acero	1.5 x 10 ⁻⁶	1.5 x 10 ⁻⁴
Acero, comercial o soldado	4.6 x 10 ⁻⁵	1.5 x 10 ⁻⁴
Hierro galvanizado	1.5 x 10 ⁻⁴	5.0 x 10 ⁻⁴
Hierro dúctil, recubierto	1.2 x 10 ⁻⁴	4.0 x 10 ⁻⁴
Hierro dúctil, no cubierto	2.4 x 10 ⁻⁴	8.0 x 10 ⁻⁴
Concreto, bien fabricado	1.2 x 10 ⁻⁴	4.0 x 10 ⁻⁴
Acero remachado	1.8 x 10 ⁻⁴	6.0 x 10 ⁻³

Fuente: https://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf



4.1.2.5. Ecuación De Bernoulli

$$C \left(\frac{p_1}{\rho_1 g} \right) + h_p = \left(\frac{p_2}{\rho_2 g} \right) + h_L + Z_2 \quad \text{----- Ecuación de Bernoulli}$$

$$P_1 = P_2 = 1.011 \times 10^5$$

$$Z_2 = 1 \text{ m}$$

$$h_1 = 10.033 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{aire, } 20^\circ\text{C}} = 1,2058 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{aire, } 300^\circ\text{C}} = 0.6164 \text{ kg/m}^3$$

$$\left(\frac{1,011 \times 10^5 \text{ pa}}{1,2058 \times 9,81} \right) + h_p = \left(\frac{1,011 \times 10^5}{0,6164 \times 9,81} \right) + 10,033 + 1$$

$$8546,86 + h_p = 16719,355 + 10.033 + 1$$

$$h_p = 8183.528 \text{ m de aire}$$

$$W_p = h_p m g = 8183,528 \cdot (309,102/3600) \cdot 9,81$$

$$W_p = 6885,98 \text{ W} \approx 6 \text{ kW pérdidas}$$

Dado que hemos logrado quemar el 86.4% de la cascarilla, contamos con una cantidad de 5,223 kg/h.

$$11597436 \text{ J/kg} * 5,223 \text{ kg/h} * 0,864 = 52335424,71 \text{ J/h}$$

$$52335424,71 \text{ J/h} * \frac{1h}{3600 \text{ seg}} = 14537,618 \text{ J/s, energía producida en}$$

la planta

Tomaremos en cuenta una eficiencia aproximada del 80%, y con base en esto, determinaremos la potencia efectiva de nuestra planta.

$$P_{\text{real}} = (14537,618 - 6885,98) * 0,8 = 6121,31 \text{ W} \approx 6,121 \text{ kW}$$

4.1.2.6. Quemador

El horno quemador se emplea para calentar el aire utilizando la energía liberada durante la combustión de la cascarilla de arroz. Estos hornos típicamente están fabricados con ladrillos refractarios en su interior para soportar temperaturas elevadas. La cascarilla de arroz se alimenta al horno a través de un silo que es cargado por el usuario, mientras que el aire se introduce en el sistema de combustión mediante un ventilador.

En el interior del horno, el aire se calienta al entrar en contacto directo con los gases de la combustión, y después se dirige hacia el turbocompresor. La temperatura del horno quemador se puede controlar mediante la modulación de la cantidad de combustible suministrado, ya sea mediante

un temporizador o ajustando los dampers de las chimeneas. Manteniendo los dampers cerrados, se conserva una temperatura más alta en el horno.

4.1.2.7. Flujo De Combustible

$$\dot{m} = 5,223 \text{ kg/h}$$

4.1.2.8. Diámetro Del Reactor

$$D = \left(\frac{(1.27 * \dot{m})}{S_{gr}} \right)^{0,5}$$

$$D = \left(\frac{(1.27 * 5.223)}{100} \right)^{0,5}$$

$$D = 0,25755 \text{ m} \neq 0,3 \text{ m}$$

Se podría instalar un tubo con un diámetro de 0,3 metros.

D: Diámetro (m)

\dot{m} : Flujo másico (kg/h)

S_{gr}: Relación específica gasificación de la cascarilla de arroz

4.1.2.9. Radio Del Reactor

$$\frac{0.2576}{2} = 0,13 \text{ m}$$

4.1.2.10. Altura Del Reactor

$$H = \frac{S_{GR} * T}{\delta_{CA}}$$

$$H = \frac{100 * 1}{110}$$

$$H = 0,909 \neq 0,91 \text{ m}$$

Sería posible establecer una altura de 1 metro.

Donde:

H: Altura del reactor (m)

S_{gr}: Relación específica gasificación de la cascarilla de arroz
(110-120 kg/m²*h)

ρ_c: Densidad de la cascarilla de arroz (kg/m³)

T: Tiempo requerido para el consumo del combustible (h)

4.1.2.11. Tiempo De Consumo De Combustible

$$T = \frac{\delta_{CA} \cdot V_r}{\dot{m}}$$

$$T = \frac{100 \cdot 0.05}{5.4994}$$

$$T = 1.00011 \text{ h} \neq 1 \text{ h}$$

El período necesario para el consumo de la cáscara sería de 1 hora.

T: Tiempo requerido para el consumo de la cascarilla de arroz (h)

V_r: Volumen del gasificador (m³)

ρ_c : Densidad de la cascarilla de arroz (kg/m³)

ṁ: Flujo másico (kg/h)

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = \pi \cdot (0,1288)^2 \cdot 0,91$$

$$V = 0,0474 \neq 0,05 \text{ m}^3$$

4.1.2.12. Balance De La Materia:

$$\dot{m}_a + \dot{m}_G = \dot{m}_{CE} + \dot{m}_G$$

Determinación del flujo másico de aire (\dot{m}_a)

$$W_a = 11,51 C + 34,54 \left(H \frac{O}{g} \right) + 4,195 S$$

$$\text{Carbono} = C \rightarrow 36,7 \rightarrow 0,367$$

$$\text{Hidrogeno} = H \rightarrow 3,00 \rightarrow 0,03$$

$$\text{Oxigeno} = O \rightarrow 31,20 \rightarrow 0,312$$

$$\text{Carbono} = C \rightarrow 0,00 \rightarrow 0$$

Es importante tener en consideración que, en la ciudad de Monsefú, la temperatura diurna oscila entre 20°C y 23°C, y la presión atmosférica es de 1014 hPa, equivalente a 14,6923 psi.

4.1.2.12.1. volumen específico del aire:

$$\text{➤ } V = \frac{W_a * R(T_a + 460)}{144 P_a}$$

$$V = \frac{3.92065 \text{ lb} * 53.3 \frac{\text{Pie} * \text{Lbf}}{\text{lbm} * ^\circ R} (69 + 460)^\circ R}{144 * 1469.23 \text{ Psi}}$$

$$V = 52.15 \text{ pie}^3 / \text{lb} \approx 114.97107 \text{ pie}^3 / \text{kg}$$

$$V_a = 12.6 \text{ m}^3 / \text{min}$$

Tenemos:

$$5.233 \text{ kg/h} \approx 0.08705 \text{ kg/ min}$$

$$\text{➤ } V_m = 114.97107 \text{ pie}^3/\text{kg} * 0.087705 \text{ kg/min}$$

$$V_m = 10.08 \text{ pie}^3/\text{min}$$

$$\text{➤ } \dot{m}_a = \rho .V_a$$

$$\dot{m}_a = 1.2058 \text{ kg/m}^3 * (12.6 \text{ m}^3/\text{min})$$

$$\dot{m}_a = 15.19308 \text{ kg/min} * (60 \text{ min/hora})$$

$$\dot{m}_a = 911.58 \text{ kg/h}$$

4.1.2.12.2 Flujo másico de cenizas:

Muestra	cenicero
1	20

$$\dot{m}_{ce} = \dot{m}_c * \frac{\% CE}{100}$$

$$\dot{m}_{ce} = 5.223 \text{ kg/h} * \frac{20}{100}$$

$$\dot{m}_{ce} = 1.046 \text{ kg/h}$$

- Determinar Del Flujo Másico De Cenizas Volátil

$$\dot{m}_{cv} = \dot{m}_c - \dot{m}_{c1}$$

$$\dot{m}_{cv} = 5.223 \text{ kg/h} - 1.046 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{cv} = 4.1784 \text{ kg/h}$$

- Calcular la proporción de cenizas que sale a través de los ceniceros 1 y la fracción volátil.

$$\% Cv = \left(\frac{\dot{m}_{cv}}{\dot{m}_{ce}} \right) * \frac{65}{100}$$

$$\% Cv = \left(\frac{4.1784}{1.046} \right) * \frac{65}{100}$$

$$\% Cv = 248.233 \%$$

$$\% C_1 = \left(\frac{\dot{m}_{ce}}{\dot{m}_c} \right) * \frac{65}{100}$$

$$\% C_1 = \left(\frac{1.046}{5.223} \right) * \frac{65}{100}$$

$$\% C_1 = 0.13 \%$$

Nota:

$$\dot{m}_a + \dot{m}_c = \dot{m}_{ce} + \dot{m}_g$$

$$911.5848 \text{ kg/h} + 5.223 \text{ kg/h} = 1.046 \text{ kg/h} + \dot{m}_g$$

$$\dot{m}_g = 915.76 \text{ kg/h}$$

$$\rho = \frac{P_t \cdot H_m}{R \cdot T}$$

$$\rho = \frac{0.998 \cdot 11.8}{0.082 \cdot 293.15}$$

$$\rho = 0.49$$

$$\dot{m}_m = \rho \cdot v_g \cdot A$$

$$\dot{m}_m = (0.4899 \text{ kg/m}^3) \cdot (7200 \text{ m/h}) \cdot (0.8 \text{ m}^2)$$

$$\dot{m}_m = 2821.82 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{ad} = \dot{m}_m - \dot{m}_g$$

$$\dot{m}_{ad} = 2821.824 - 915.7618$$

$$\dot{m}_{ad} = 1906.06 \text{ kg/h}$$

4.1.2.12.3. Calor disponible:

$$Q_D = Q_c + Q_a$$

$$Q_c = \dot{m}_c \cdot \text{HHL (Poder Calorífico)}$$

$$Q_c = 5.223 \text{ kg/h} \cdot 11597.436 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_c = 60573,40823 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \cdot \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}\right)$$

$$Q_c = 16.83 \text{ KW}$$

$$Q_a = \dot{m}_{ar} \cdot h_a \text{ (tabla N}^\circ \text{ 17)}$$

$$h_a = 293.3163 \text{ kJ/kg} \leftrightarrow 293.15 \text{ }^\circ\text{K}$$

✓ Acudimos a la Interpolación:

k	H
290	290.16
293.15	X
295	295.17

$$\frac{X - 295.17}{290.16 - 295.17} = \frac{293.15 - 295}{290 - 295}$$

$$X = 293.3163$$

$$\text{➤ } \dot{m}_{at} = \dot{m}_a + \dot{m}_{ad}$$

$$\dot{m}_{at} = 911.5848 \text{ kg/h} + 1906.0622 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{at} = 2817.68$$

Nota:

$$\text{➤ } \dot{m}_a + \dot{m}_c = \dot{m}_{ce} + \dot{m}_g$$

$$911.5848 \text{ kg/h} + 5.223 \text{ kg/h} = 1.046 \text{ kg/h} + \dot{m}_g$$

$$\dot{m}_g = 915.76 \text{ kg/h}$$

$$\text{➤ } Q_a = \dot{m}_{at} * h_a$$

$$Q_a = 2817.647 \text{ kg/h} + 293.32 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_a = 826461.7927 \text{ kJ/h} \text{ (1h / 3600 seg)}$$

$$Q_a = 229.57 \text{ kW}$$

$$\text{➤ } Q_D = \dot{m}_c * Q_a$$

$$Q_D = 16.826 + 229.573$$

$$Q_D = 246.40 \text{ kW}$$

– Calor Aprovechado Para Elevar La Temperatura Al Air (Q_i)

$$Q_i = \dot{m}_m * h_m$$

Interpolando para hallar el h_m

290	290.16
293.15	x
295	290.17

$$X = 293,3163 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_1 = \dot{m}_m * h_m$$

$$Q_1 = 2821,824 \text{ kg/h} * 293,3163 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_1 = 229,91 \text{ kW}$$

✓ Perdida De Calor ($\sum Q_i$):

$$\sum Q_i = Q_4 + Q_5$$

Q_2 y Q_3 son combustiones incompletos

✓ Perdida De Calor Por Combustión:

$$q_4 = \left(\frac{32650 \times A}{11597.436} \right) \left(\frac{0.2+0.65}{100-65} \right) = 0,209 \%$$

$$Q_4 = 246,399 \text{ kw} * \frac{0.209}{100} = 0,51 \text{ Kw}$$

✓ Eficiencia de combustible (η_c)

$$\eta_c = 100 - q_4$$

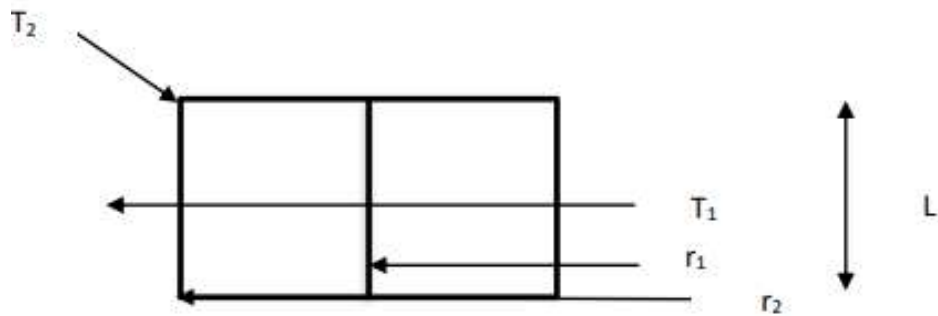
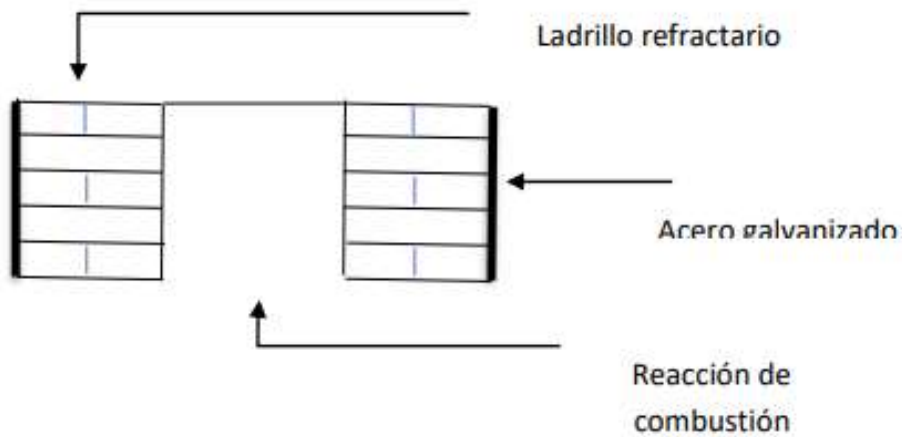
$$\eta_c = 100 - 0.209 = 99.791\%$$

✓ Eficiencia térmica del horno (η):

$$\eta = \frac{Q_1 * 100}{Q_D * \left(1 - \frac{q_4}{100}\right)} = \frac{229.9130 * 100}{246.399 * \left(1 - \frac{0.209}{100}\right)}$$

$$\eta = 93,5 \%$$

Conductividad térmica del calor del ladrillo refractario



$$\frac{q}{L} = \frac{(T_1 - T_2) (2 \cdot \pi \cdot K)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

Donde:

- T_2 = temperatura del aislante térmico ($^{\circ}\text{k}$)
- T_1 = temperatura interna del quemador ($^{\circ}\text{k}$)
- L = longitud del quemador (m)
- q = Calor (w)
- K_a = aislante térmico (1.05 w/m $^{\circ}\text{k}$)
- r_2 = radio del aislante (m)

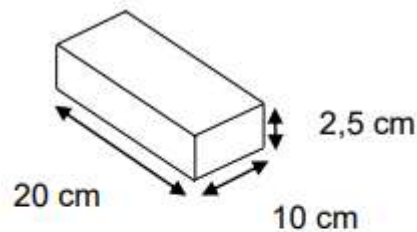
$$\frac{q}{L} = \frac{(600-400) \left(2 + \pi \cdot 1.05 \frac{W}{m \cdot K} \right)}{\ln \left(\frac{0.7 \text{ m}}{0.3 \text{ m}} \right)}$$

$$\frac{q}{L} = 3685.207 \text{ W/m}$$

$$q = 3685.207 \text{ W/m} \cdot 1 \text{ m}$$

$$q = 3685,21 \text{ W}$$

Cantidad requerida de ladrillos refractarios para el horno.



H: 40 ladrillo

Ancho: 4 ladrillos

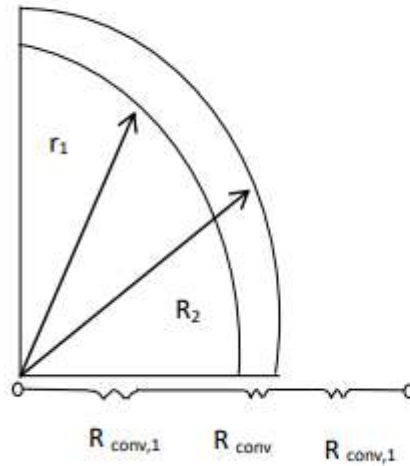
Pared 1: 160 ladrillos

El total de los dos lados conforman 320 ladrillos

Costo por ladrillo: S/. 4,10 c/u

El costo total es S/. 1 312 en ladrillos refractarios para la construcción del quemador

Transferencia de calor a través de las paredes de la chimenea



- ✓ $e = 0,00375$
- ✓ $R_2 = 0,1\text{m}$
- ✓ $R_1 = 0,09625$
- ✓ $L = 0.5\text{ m}$
- ✓ $A = b \cdot xh$

$$A = 0,5\text{ m} \times 0,1\text{ m}$$

$$A = 0,05\text{ m}^2$$

$$Q = \frac{T_1 - T_0}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot r_1 \cdot h_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot K_A \cdot L} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot r_2 \cdot h_2}}$$

$$Q = \frac{300 - 20}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0.5\text{m} \cdot 0.09625\text{m} \cdot 60 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}} + \frac{\ln\left(\frac{0.1\text{m}}{0.09625\text{m}}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 17 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 0.5\text{m}} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0.5\text{m} \cdot 0.1\text{m} \cdot 9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}}}$$

$$Q = 683,70$$

4.1.2.13. Silo

El volumen del silo de almacenamiento se calcula sumando los volúmenes de tres componentes: el cono superior, el cono inferior y el cilindro central.

Los silos más comunes tienen una forma cilíndrica que se asemeja a una torre y pueden estar contruidos de diversos materiales como madera, hormigón armado o metal. En este escenario particular, el silo está

construido con ladrillo refractario en su interior y recubierto por una plancha de acero galvanizado en el exterior.

Es importante destacar que los diseños actuales de los silos se han adaptado para almacenar una diversidad de materiales, como por ejemplo, el cemento., y en este caso se utilizará para almacenar cáscara de arroz.

$$19890 \frac{kg}{año} * \frac{1 año}{12 meses} * \frac{1 mes}{15 días} = 110,5 \text{ kg en 15 días}$$

La densidad de la cascarilla de arroz en Perú se estima en 110 kilogramos por metro cúbico.

4.1.2.14. Volumen Del Silo

$$V_s = \frac{110,5 \text{ kg}}{110 \text{ kg/m}^3} = 1,0045 \text{ m}^3$$

$$V_s = \pi * R^3 * [(\tan 25/3) + (\tan 45)/3]$$

$$1,0045 = \pi * R^3 * 2,42$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{1,0045}{7,60}}$$

$$R = 0,51$$

Donde:

V_s: volumen del silo

R: radio del cilindro del silo, en metros

Introduciremos este valor en todas las alturas del cuerpo del silo.

$$h_1 = R \tan 45^\circ \rightarrow (0,509\text{m}) * \tan 45^\circ = 0,51$$

$$h_2 = 2R \rightarrow 2(0,51\text{m}) = 1,02$$

$$h_3 = R \tan 25^\circ \rightarrow (0,51 \text{ m}) \tan 25^\circ = 0,24$$

$$h_t = h_1 + h_2 + h_3$$

$$h_t = 0,51 + 1,018 + 0,237 = 1, 76$$

4.1.2.15. Espesor De La Pared Del Silo

a) Cono inferior de la descarga

La fuerza total generada por el peso del material a ser almacenado.

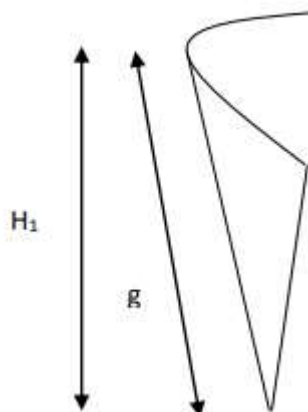
$$F = \delta * h_t * A$$

Donde:

δ : Densidad, 110 kg/m³

h_t : altura total del silo

A: área lateral del semitono



Efectuaremos un corte vertical en el cono inferior y notaremos que "g" representa la generatriz.

La expresión de la generatriz de un cono es la siguiente:

$$(h_1 + R^2)^{0.5} \rightarrow (0,509 + 0,509^2)^{0.5} = 0,72 \text{ m}$$

Donde:

R: radio del cilindro del silo

H₁: altura cono inferior

G: generatriz

El perímetro de la base del cono multiplicado por la generatriz.

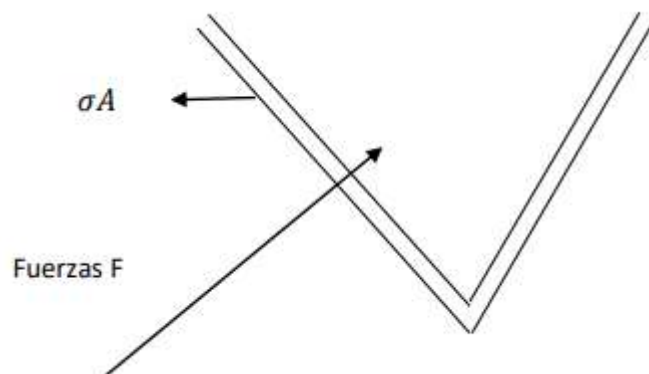
$$A = \pi * R * g \rightarrow \pi * 0,509 * 0,72 = 1,15 \text{ m}^2$$

La fuerza total causada por el peso es:

$$F = 110 * 1,15 * 1,765$$

$$F = 223,34 \text{ kg}$$

4.1.2.16. Altura Del Cono



Esta fuerza sería idéntica:

$$F = \sigma * 2t * h_1$$

Donde:

F: fuerza en la plancha, debido a la carga del material

σ : Fuerza admisible = 260 Mpa

H₁ = altura del cono inferior en metros

$$T = \frac{223,34}{2 * 26000000 * 20,04} + 0,09375$$

$$T = 0,0937''$$

Normalizando el grosor a 1/8 de pulgada.

b) Cilindro del almacenamiento

La fuerza total aplicada en la pared lateral del cilindro debido al peso del material almacenado.

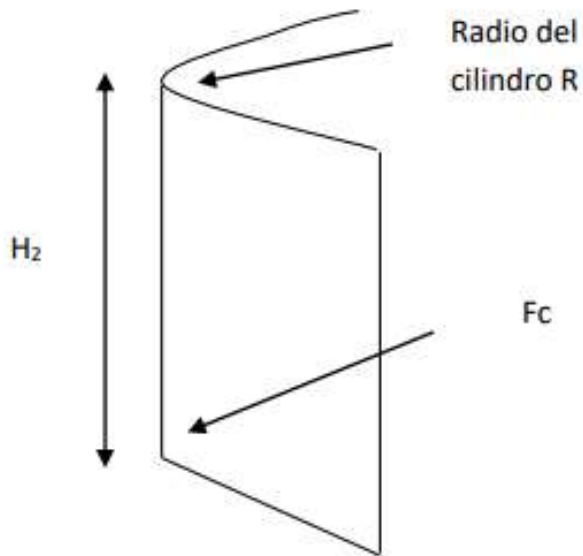
$$F_c = \delta * H_k * A_c$$

Donde:

F_c: fuerza actuante en la pared del cilindro, debido al peso del material

H_k: altura desde el borde superior hasta la base del cilindro, h₃ + h₂

A_c: Área lateral del cilindro



La superficie lateral del cilindro se calculará como:

$$A_c = \pi * R * h_2$$

$$A_c = \pi * (0,509) * 1,018$$

$$A_c = 1,63 \text{ m}^2$$

Donde:

A_c : área lateral del cilindro, en m^2

R : Radio del cilindro. En m

H_2 : altura del cilindro

La fuerza total en la pared del cilindro

$$F_c = 110 * 1,255 * 1,6278$$

$$F_c = 224,72 \text{ kg}$$

La fuerza será igual:

$$T = \frac{F}{2 * \delta * h^2} + 0,09375$$

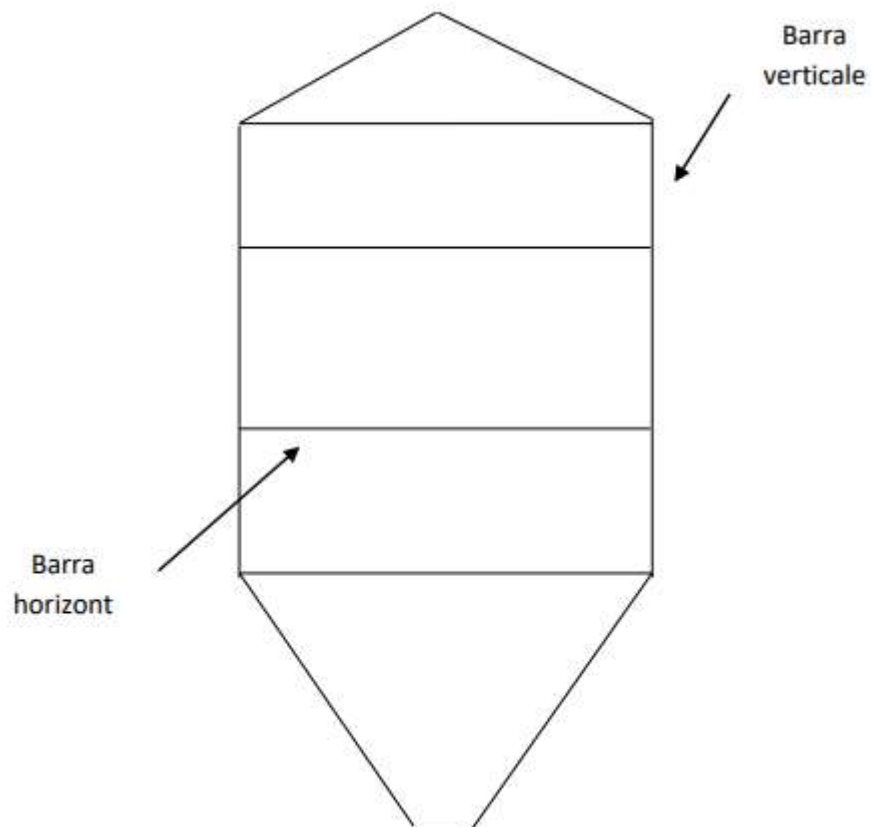
$$T = \frac{224,7178}{2 * 26000000 * 40,078} + 0,09375''$$

$$T = 0,09375''$$

El grosor estandarizado será de 1/8 de pulgada.

4.1.2.17. Cálculo De La Estructura Del Silo

La estructura del silo estará compuesta por cuatro barras horizontales distribuidas a lo largo del contorno del silo, y es este componente el encargado de resistir la fuerza de cintura del silo, generada por la presión lateral ejercida sobre él.



Entonces la relación se expresa:

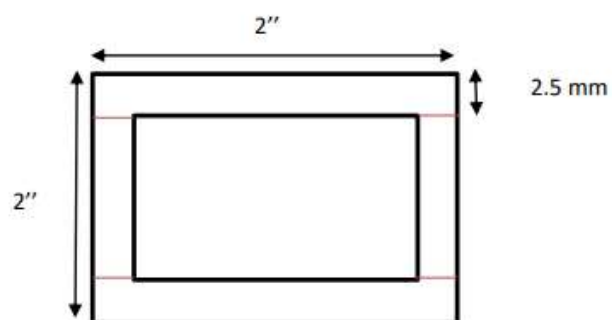
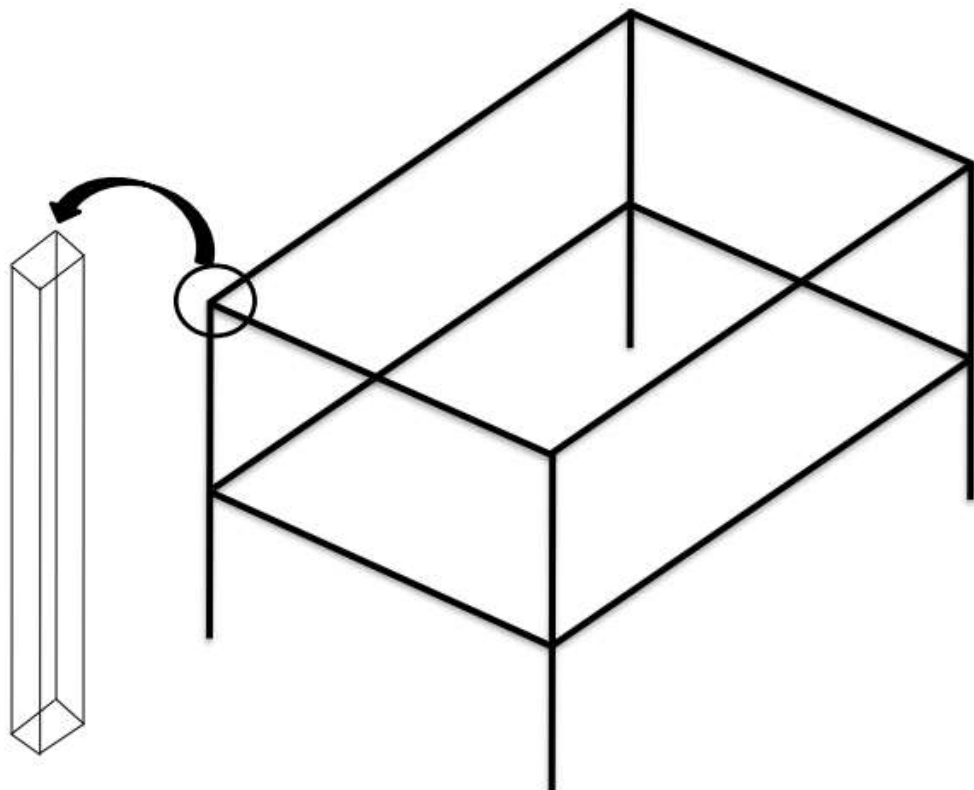
Entonces la relación se expresa:

$$2A_B = Fc/\sigma$$

$$2A_B = 224,7178\text{kg}/250000000\text{kg/m}^2$$

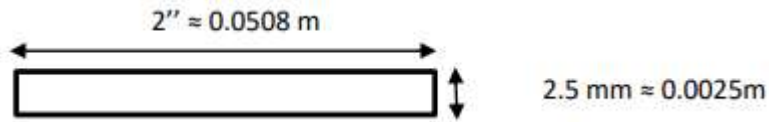
$$A_B = 0.0000044$$

4.1.2.18. Cálculo del soporte del silo



Iniciamos el cálculo del área total:

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$



$$A_1 = B \times h$$

$$A_1 = 0.0025 \text{ m} \times 0.0508 \text{ m}$$

$$A_1 = 1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$2.5 \text{ cm} \approx 0.0025$$



$$0.0508 - 0.0025 = 0.0483$$

$$A_2 = B \times h$$

$$A_1 = 0.0025 \text{ m} \times 0.0583 \text{ m}$$

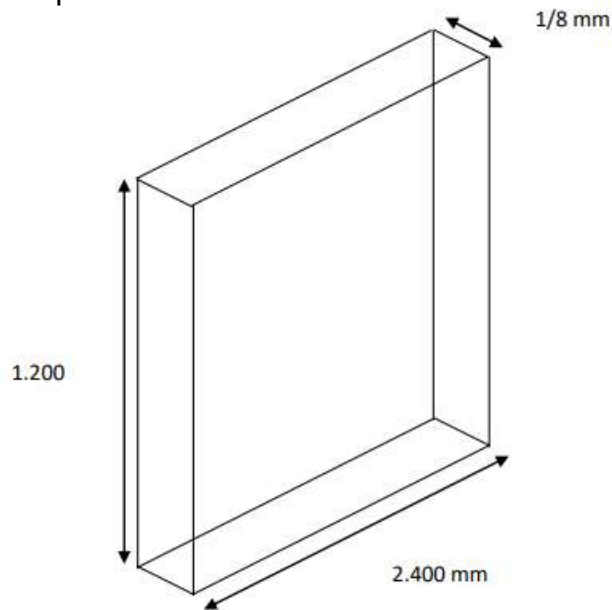
$$A_1 = 1.2075 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_t = 1.27 \times 10^{-4} + 1.2075 \times 10^{-4} + 1.27 \times 10^{-4} + 1.2075 \times 10^{-4}$$

$$A_t = 4.955 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Peso de la plancha:



En el catálogo de productos y servicios se destaca que para los silos, el espesor debe ser inferior a 4.75 mm, y en nuestro cálculo obtuvimos 3.175 mm, lo que significa que estamos dentro de los límites reglamentarios.

Volumen:

$$V = L * A * e$$

$$V = 2.400 * 1.200 * 1.8 * 10^{-3}$$

$$V = 5.184 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Peso de la plancha:

$$P_{\text{silos}} = \rho * V$$

$$P_{\text{silos}} = 7800 \text{ kg/m}^3 * 5.184 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_{\text{silos}} = 40.434 \text{ kg}$$

Para la edificación del silo se empleará una plancha y media, lo que resulta en un peso total de 60.65 kilogramos.

➤ **Peso de la cascarilla de arroz:**

$$P_{c.a} = 110.5 \text{ kg}$$

➤ **Peso total:**

$$P_t = P_{\text{silo}} + P_{c.a}$$

$$P_t = 40.4352 \text{ kg} + 110.5 \text{ kg}$$

$$P_t = 171.15 \text{ kg}$$

➤ **Calcular el esfuerzo:**

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{171.1528}{4.955 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma = 86353 \text{ Kg/ m}^3$$

$$\sigma = 86353 \text{ Kg/ m}^3 * 9.81$$

$$\sigma = 847.128 \text{ k Pa}$$

Nota: La tensión máxima permitida para el acero estructural es de 2 megapascales.

Tabla 19: *Factor de seguridad (F.S) para el diseño de deflexiones según la norma ANSI-ASME.*

Condiciones de carga	Factor de seguridad F:S
Cargas estables	2,0
Cargas con impacto moderado	3,0
Cargas con impacto fuerte	4,0

Fuente: es.scribd.com/doc/51130593/FACTOR-DE-SEGURIDAD-Y-

CARGAS-ADMISIBLES#scribd

PRESUPUESTO:

Diseño de una minicentral termoeléctrica de 5 kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores-Monsefú				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S./)	Costo Total (S./)
Silo – cascarilla de arroz				
Plancha galvanizada de 1/8 de espesor	Unidad	1 ½	160	240
Rolado de plancha galvanizada	unidad	1	150	150
Soldadura	unidad	1	100	100
Ducto de silo – quemador	Unidad	1	50	50
Cascarilla de arroz				
Cascarilla de arroz	tonelada	20	140	2800
Transporte	unidad	1	400	400
Análisis fisicoquímico	unidad	1	650	650
Horno - Quemador de biomasa(cascarilla de arroz)				
Ladrillo refractario	Unidad	320	4,10	1312
Cemento Rápido Klaukol	Unidad	3	30	90
Plancha galvanizada de 1/8 de espesor	Unidad	2	160	320
Obra de mano	Unidad	1	100	100
Turbo compresor				
Turbocompresor Mitsubishi fuso	Unidad	1	430	430
Alternador				
Alternador kenworth	Unidad	1	3195.94	3195.94
Inversor de corriente				
Inversor de corriente de 5kw	Unidad	1	490	490
Mesa De soporte	Unidad	1	300	300
Materiales extras				
Alicate de presión	Unidad	1	26.90	29.90
Mangueras	metros	10	2.50	25
Cinta aislante	Unidad	3	16.90	50.7
Unión simple 3"	Unidad	2	18	36
Acoplamiento AWG	unidad	1	150	150
Cable AWG	metros	30	1.50	45
Instrumentos de medición				
Voltímetro	unidad	1	60	60
Stanley - Calibrador manual de 6"	unidad	1	90	90
Redline –Multímetro	unidad	1	60	60
Personal de minicentral				
Ingeniero Mecánico eléctrico	Unidad	1	2000	2000
Asistente del ingeniero.	Unidad	1	1500	1500
Técnico	Unidad	1	1200	1200
Total			17055.54	

Evaluación Económica

Inversión inicial: S/ 17 055,54

Vida en años: 8 años

Inversión			S/ 15503.54
Tasa de interés			15%
Años	Flujo de ingreso	Flujo de egresos	Flujo efectivo Neto
1	S/. 5000	S/. 1700	S/. 3300
2	S/. 6000	S/. 1700	S/. 4300
3	S/. 6000	S/. 1700	S/. 4300
4	S/. 7000	S/. 1700	S/. 5300
5	S/. 7000	S/. 1700	S/. 5300
6	S/. 8000	S/. 1700	S/. 6300
7	S/. 8000	S/. 1700	S/. 6300
8	S/. 8000	S/. 1700	S/. 6300

VAN	S/. 4709,64
TIR	22 %

$$V_f = V_p (1+i)^n$$

Vf: inversión total

I: interés del banco

n: tiempo en años

$$V_{p, 1} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{3300}{(1+0.15)} = 2869,56$$

$$V_{p, 2} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{4300}{(1+0.15)^2} = 3251,42$$

$$V_{p, 3} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{4300}{(1+0.15)^3} = 2827,32$$

$$V_{p, 4} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{5300}{(1+0.15)^4} = 3030,29$$

$$V_{p, 5} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{5300}{(1+0.15)^5} = 2635,04$$

$$V_{p, 6} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{6300}{(1+0.15)^6} = 2723,66$$

$$V_{p, 7} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{6300}{(1+0.15)^7} = 2368,41$$

$$V_{p, 8} = \frac{V_f}{(1+i)^n} = \frac{6300}{(1+0.15)^8} = 2059,48$$

$$V_{an} = -I + \sum_{t=1}^n \frac{Q_n}{(1+i)^n}$$

$$V_{an} = -I + V_{p,1} + V_{p,2} + V_{p,3} + V_{p,4} + V_{p,5} + V_{p,6} + V_{p,7} + V_{p,8}$$

$$V_{an} = - 17055,54 + 2869,56 + 3251,42 + 2827,32 + 3030,29 + 2635,04 + 2723,66 + 2368,41 + 2059,48$$

$$V_{an} = - 17055,54 + 21765,18$$

$$V_{an} = 4709,64$$

4.2. Mantenimiento De La Mini central Termoeléctrica Generalidades

El cuidado y mantenimiento de los distintos mecanismos e instalaciones de la minicentral termoeléctrica es una tarea que requiere realizarse con regularidad para garantizar un funcionamiento adecuado y minimizar las pérdidas debido a posibles fallos en sus sistemas.

Esta actividad es crucial para prevenir o reducir los paros no planificados causados por defectos o deterioro de los equipos. El mantenimiento preventivo de instalaciones y de los equipos contribuye a mitigar las pérdidas durante la operación de la planta. La supervisión periódica permite identificar posibles fallos futuros y garantiza su corrección de manera oportuna.

Propósito De Mantenimiento.

El mantenimiento de la minicentral termoeléctrica, persigue las siguientes condiciones de funcionamiento:

- ✓ El objetivo es garantizar la operatividad continua de la planta sin interrupciones en sus instalaciones y componentes, manteniendo así un

flujo de producción ininterrumpido. El tiempo perdido debido al mal funcionamiento de algún equipo por fallas en su operación se traduce directamente en pérdidas económicas.

- ✓ El mantenimiento de diferentes instalaciones y de los equipos de la planta reduce riesgos de pérdida de capacidad operativa de los equipos, asegurando que operen a niveles de eficiencia deseables.
- ✓ Es crucial contar con un conocimiento profundo sobre el funcionamiento de los equipos, ya que esto ayuda a reducir los riesgos de defectos en su operación.
- ✓ Asimismo, es importante minimizar el tiempo utilizado en la reparación de defectos, lo cual se logra teniendo a disposición los accesorios necesarios, como repuestos, para realizar correcciones de manera oportuna.

Labores De Supervisión Y Mantenimiento

Se establecen diversas actividades de inspección diaria para garantizar el correcto funcionamiento de la minicentral termoeléctrica:

- ✓ Inspección diaria para detectar posibles obstrucciones en el conducto que enlaza el silo con el quemador, evitando así la interrupción del flujo de cáscara de arroz.
- ✓ Revisión diaria de los componentes clave de la minicentral termoeléctrica, como el turbocompresor, el ventilador, el alternador y el convertidor de corriente, para asegurar su buen estado y funcionamiento.

- ✓ Inspección diaria de las situaciones del quemador de cascarilla de arroz, asegurándose de que el cenicero del quemador de combustión esté libre de acumulaciones de ceniza mediante su retiro frecuente.
- ✓ Inspección regular de las instalaciones eléctricas de la planta para detectar y corregir cualquier problema, tales como cables desprovistos de aislamiento, conexiones defectuosas o potenciales cortocircuitos.
- ✓ Antes de iniciar la operación de la minicentral termoeléctrica, es esencial confirmar la presencia y el funcionamiento adecuado de todos los componentes en los dispositivos de control, así como garantizar el ajuste correcto de los pernos de unión. También se debe verificar que no haya obstrucciones en las rutas de circulación de aire de ventilación.

Plan De Mantenimiento De La Minicentral

Tabla 20: Mantenimiento Preventivo de mini central termoeléctrica

Equipo	Mantenimiento preventivo
Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque	<p>Una de sus virtudes es que se realiza en un momento en que no se está en funcionamiento, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la plata</p> <ul style="list-style-type: none">✓ otra virtud es que incrementa la disponibilidad de la minicentral en un 60%✓ reduce las fallas de la minicentral en un 70%

	<ul style="list-style-type: none">✓ las confiabilidad, de la minicentral opere en mejores condiciones de seguridad y sus condiciones de funcionamiento.✓ disminución del tiempo muerto, tiempo de parada del tostador.✓ menor costo de reparación <p>La mayor ventaja de este sistema es la de reducir la cantidad de fallas de la minicentral termoeléctrica por horas de marcha.</p>
--	--

Fuente: elaboración propia

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA												RESPONSABLE
		En	Fe	Ma	ab	Ma	Ju	Jul	Ag	Se	Oct	No	Dic	
Diseño de una minicentral termoeléctrica de 5kw, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores- Monsefú del departamento de Lambayeque	Reparaciones generales a la minicentral						X						X	Ingeniero Mecánico eléctrico
	Limpieza del quemador de cascarilla de arroz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Técnico mecánico de turno
	Limpieza y pintado del silo de almacenamiento De la cascarilla de arroz.3m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Personal técnico de turno
	Revisar el Turbocompresor		X			X			X			X		Técnico mecánico de turno
	Revisar el alternador		X			X			X			X		Técnico mecánico de turno
	Revisar el inversor		X			X			X			X		Técnico mecánico de turno
	Limpieza externa	Diaria												Personal de turno
	Limpieza de tubería silo-quemador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Técnico mecánico de turno

Fuente: elaboración propia

Selección Del Turbocompresor

Mitsubishi 4M40 TF035 TUBOCOMPRESOR 49135-03310 for
Mitsubishi Pajero Fuso Canter

Ilustración 7

TURBOCOMPRESOR VISTA N°1



[TF035HM-Turbocharger-49135-03310-for-Mitsubishi-Pajero-Fuso-Canter/1690459664.html](http://es.aliexpress.com/item/Mitsubishi-4M40-TF035HM-Turbocharger-49135-03310-for-Mitsubishi-Pajero-Fuso-Canter/1690459664.html)

Ilustración 8

TURBOCOMPRESOR VISTA N°2



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/Mitsubishi-4M40-TF035HM-Turbocharger-49135-03310-for-Mitsubishi-Pajero-Fuso-Canter/1690459664.html>

Ilustración 9

TURBOCOMPRESOR VISTA N°3



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/Mitsubishi-4M40-TF035HM-Turbocharger-49135-03310-for-Mitsubishi-Pajero-Fuso-Canter/1690459664.html>

Fuel: Diésel	Nombre de la marca: Booshiwheel	Peso del artículo: 7.5 kg
Bearing Housing: 49377-25100	Nombre del Modelo: 49135-03310	Part Number: 49135-03310
Turbine Wheel: 49177-30130	Anchura de Elemento: 30 cm	OE number: ME202966
Comp. Wheel: 49135-00016	Año de Modelo: 1998	Turbo Model: TF035HM-12T
Compresor Cover: 49135-56380	Altura de Elemento: 30 cm	CHRA: 49135-08000
Tipo de artículo: Entrada de Aire	Fabricante de coches: Mitsubishi	Engine: 4M40
Se puede personalizar: Sí	Longitud del artículo: 30 cm	Potencia: 125 HP

Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/Mitsubishi-4M40-TF035HM-Turbocharger-49135-03310-for-Mitsubishi-Pajero-Fus-Canter/1690459664.html>

SELECCIÓN DEL ALTERNADOR

KENWORTH 40 SI

Ilustración 10

ALTERNADOR



Fuente: <http://www.remyinc.com.br/informativos/CatalogoDelcoRemy2013.pdf>

Ilustración 11

TABLA DE ALTERNADOR

ESPECIFICACIONES		COMPARACIÓN DIRECTA		
		Reposicionadora	40SI	Linea Novilla
Salida de rendimiento	12 voltios 240 amperios (160 amperios con el motor en ralentí) 12 voltios 275 amperios (180 amperios con el motor en ralentí) 12 voltios 300 amperios (190 amperios con el motor en ralentí)			
Velocidad máxima	8.000 RPM continuas 10.000 RPM intermitentes			
Giro	Hacia la derecha			
Limites de temperatura	Baja: -25°C (-13°F) Alta: 240 & 275 Amp: 125°C (257°F) Alta: 300 & 320 Amp: 115°C (239°F)			110 °C
Polaridad	Toma a tierra negativa			
Montaje	1180, de montaje sobre bisagra corta Montaje en bisagra larga 1180 Montaje en almohadilla			
Eficiencia	72%		72%	60%
Peso	31 lbs (14,1 kg)		31 lb (14,1 kg)	32 lbs (14,4 kg)
			152 mm	167 mm
			252 mm	272 mm
			Si	No

Fuente: <http://www.remyinc.com.br/informativos/CatalogoDelcoRemy2013.pdf>

SELECCIÓN DE INVERSOR DE CORRIENTE

Se transformó la corriente continua de 5000 W de un voltaje de 12 V a corriente alterna de 220 V, utilizando un inversor de alta potencia de 5 kW para equipos como aire acondicionado, refrigerador y bomba, denominado TBE-5000 W.



Ilustración 12

INVERSOR DE CORRIENTE



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/TBE-Modified-Sine-Wave-5000W-DC-12V-To-AC-220V-5000W-5KW-High-Power-Inverter-for/1596586180.html>

Ilustración 13

INVERSOR DE CORRIENTE VISTA N°1



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/TBE-Modified-Sine-Wave-5000W- C-12V-To-AC-220V-5000W-5KW-High-Power-Inverter-for/1596586180.html>

Ilustración 14

INVERSOR DE CORRIENTE VISTA N°2



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/TBE-Modified-Sine-Wave-5000W-DC- 12V-To-AC-220V-5000W-5KW-High-Power-Inverter-for/1596586180.html>

Nombre de la marca: TBE	Size: 39X17x7.5 cm	Certification: CE, FC
Voltaje de entrada: DC 12V	Weight: 5.5 kg	Output Voltage: AC 220V±10%
Voltaje de salida: 250V o superior	Packing: Color box	Output Frequency: 60Hz +/- 2Hz

LADRILLO REFRACTARIO 1" SCHEMIN

COSTO POR UNIDAD: S/ 4.10



Ficha Técnica

Atributos

Detalle

Propiedades del ladrillo refractario, ideal para construcciones que pueden soportar temperaturas de hasta 1000 °C.

Marca: Schemin

Dimensiones: 1" (10 x 20 x .5 cm)

Color: Blanco

Peso: 1.9 kg

Rendimiento: 42 und/m²

Usos: Hornos, Chimeneas

El uso de los ladrillos refractarios son diversas y se utilizan tanto en construcciones industriales como en proyectos domésticos. Se emplean para la construcción de paredes, enchapes y revestimientos internos que deben soportar altas temperaturas y también para generar, transmitir y almacenar calor.

Algunas *recomendaciones* para la instalación incluyen colocar el ladrillo seco a una distancia de 1 mm entre ladrillos para permitir la expansión térmica, así como cuidar el nivel y la adhesión requerida durante la instalación. Para estructuras cilíndricas, se sugiere el uso de ladrillos en forma de arco o cuña según sea necesario.

Los materiales refractarios son cerámicos diseñados específicamente para resistir temperaturas elevadas, generalmente superiores a 650 °C, así como otras condiciones físico-químicas exigentes igual a la erosión, abrasión, colisión, golpe químico, acción de gases corrosivos, fluctuación de temperatura, deformación, entre otros.

**VENTILADORES CENTRÍFUGOS DE BAJA PRESIÓN
Serie CBM Pequeña**



Configuración simple apron



Ventiladores centrífugos de baja presión fabricados en chapa de acero galvanizado protegida con pintura poliéster anticorrosiva, rodete de álabes hacia adelante, conjunto motor-rodete equilibrado dinámicamente, motor IP44, Clase B, con rodamientos a bolas de engrase permanente y protector térmico de arranque automático.

Motores

De motor exterior con una muy buena regulación.
De 2, 4 ó 6 polos según versiones.
Tensión de alimentación
Monofásicos 230V-50Hz

Otros datos

Bajo pedido, modelos con brida de acoplamiento montada a la salida del ventilador.



Configuración brida apron



Gran compactidad
El especial diseño del conjunto motor-rodete proporciona gran compactidad, especialmente en los modelos de simple side.



Rodete equilibrado dinámicamente
según norma ISO 1940, para reducir el ruido y evitar vibraciones.

VENTILADORES CENTRÍFUGOS DE BAJA PRESIÓN Serie CBM Pequeña



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Es impresionante comprobar que las características eléctricas (voltage, intensidad, frecuencia, etc.) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Modelo	Potencia motor [W]	Velocidad [r.p.m.]	Condensador [µF/V]	Intensidad máxima absorbida [A]	Caudal máximo [m³/h]	Temperatura máxima aire [°C]	Nivel de presión sonora* [dB(A)]	Peso [kg]	Regulador de lentitud opcional	
									ACS	RMB
SIMPLE CIRCUITO DE 2 POLOS										
CBM/2-133/066 - 90W	90	2100	2/400	0,4	260	-15/+70	58	1,8	1	1,5
CBM/2-133/067 - 100W	100	1850	2/400	0,4	290	-15/+60	55	1,9	1	1,5
CBM/2-140/019 - 100W	100	1350	2/400	0,5	290	-15/+60	48	2,6	1	1,5
CBM/2-140/019 - 150W	150	2300	2/400	0,7	510	-15/+70	60	3,4	1	1,5
CBM/2-140/062 - 260W	260	2100	2/400	1,1	620	-15/+60	62	4	2,5	1,5
SIMPLE CIRCUITO DE 4 POLOS										
CBM/4-140/062 - 70W	70	1320	2/400	0,3	480	-15/+60	55	3	1	1,5
CBM/4-180/075 - 110W	110	1320	2/400	0,6	600	-15/+55	59	3,5	1	1,5
CBM/4-180/092 - 160W	160	1275	2/400	0,8	870	-15/+60	57	6,5	1	1,5
Doble CIRCUITO DE 2 POLOS										
CBM/2-133/190 - 180W	180	1750	2/400	0,8	630	-15/+65	57	3,5	1	1,5
Doble CIRCUITO DE 4 POLOS										
CBM/4-133/190 - 70W	70	1150	2/400	0,3	440	-15/+65	47	2,8	1	1,5
CBM/4-140/190 - 120W	120	1150	2/400	0,6	800	-15/+65	54	3,7	1	1,5
CBM/4-180/196 - 150W	150	1350	2/400	1,1	1.200	-15/+60	57	5	2,5	1,5
Doble CIRCUITO DE 6 POLOS										
CBM/6-180/196 - 90W	90	800	2/400	0,5	870	-15/+60	48	5	1	1,5

* Nivel de presión sonora a descarga libre, medido en aproximadamente 1,5 m en campo libre.

CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS

Los niveles sonoros dadas en la tabla de las características técnicas y las curvas son niveles de presión a la aspiración. La tabla se refiere a los expresos en potencia [W], en el tubo a la descarga y aspiración. (Potencia sonora [W] por banda de frecuencia [Hz]).

Modelo		43	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Leq
CBM/2-133/066 - 90W	PD	48	53	57	64	69	64	63	60	72
	PA	44	50	54	61	66	61	60	57	71
CBM/2-133/067 - 100W	PD	45	50	54	61	66	61	60	57	70
	PA	41	47	51	58	63	58	57	54	68
CBM/2-140/019 - 100W	PD	42	47	51	58	63	58	57	54	67
	PA	38	44	48	55	60	55	54	51	65
CBM/2-140/019 - 150W	PD	40	45	49	56	61	56	55	52	65
	PA	36	42	46	53	58	53	52	49	63
CBM/2-140/062 - 260W	PD	39	44	48	55	60	55	54	51	64
	PA	35	41	45	52	57	52	51	48	62
CBM/4-140/190 - 120W	PD	41	46	50	57	62	57	56	53	66
	PA	37	43	47	54	59	54	53	50	64
CBM/4-180/196 - 150W	PD	38	43	47	54	59	54	53	50	63
	PA	34	40	44	51	56	51	50	47	61
CBM/4-180/196 - 90W	PD	37	42	46	53	58	53	52	49	62
	PA	33	39	43	50	55	50	49	46	60

VENTILADORES CENTRÍFUGOS DE BAJA PRESIÓN Serie CBM Pequeña

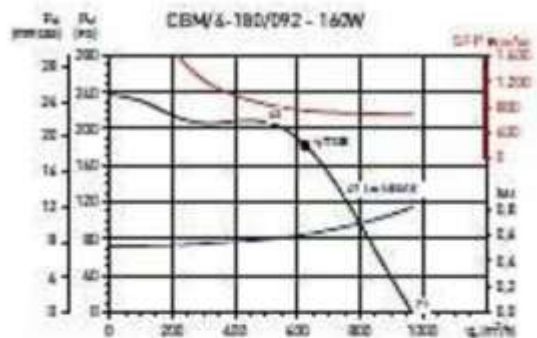


CURVAS CARACTERÍSTICAS

- q_v : Caudal en m^3/h y m^3/s .
- p_s : Presión estática en Pa y mmHg.
- SFP: Factor específico de potencia en $W/(m^3/s)$.
- L : Intensidad absorbida en A.
- L_w : Potencia sonora, en la aspiración, en dB(A).
- Categoría de medición: B.
- Categoría de eficiencia: total.
- Eficiencia del ventilador sin mando de regulación de velocidad.
- Caudal de acuerdo a la Norma ISO 5801.

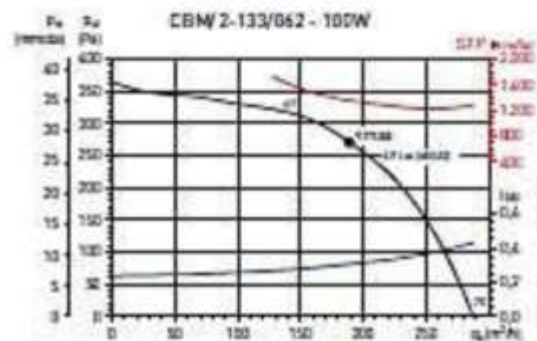
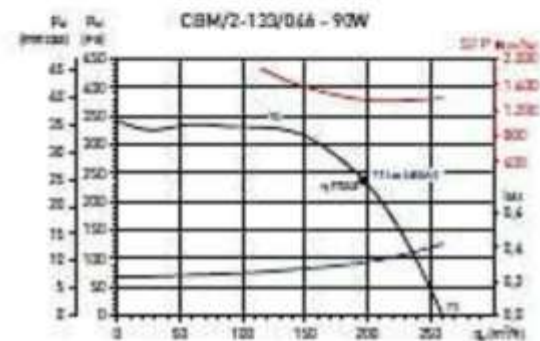
MC	Categoría de medición
EC	Categoría de eficiencia
VSD	Mando de regulación de velocidad: debe suministrarse con el ventilador
SR	Relación específica
η [%]	Eficiencia
N	Grado de eficiencia
[kW]	Potencia absorbida
[m^3/h]	Caudal
[Pa]	Presión estática
[RPM]	Velocidad

CURVA EJEMPLO

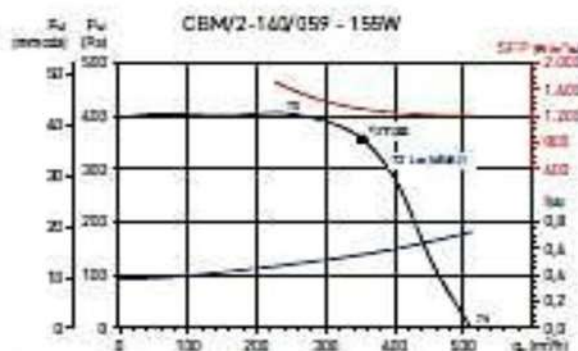


MC*	EC*	VSD*	SR*	η [%]*	N*	[kW]	[m^3/h]	[Pa]	[RPM]
B	Total	No	No	71,8	44,3	0,128	423	238	1400

* Ver columnas siguientes.



CURVAS CARACTERÍSTICAS



MC*	LC*	VSD*	SP*	qv/N*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[dB(A)]
II	Total	No	1,005	32,7	64,6	0,129	354	428	3407

* Ver nota al pie de página.



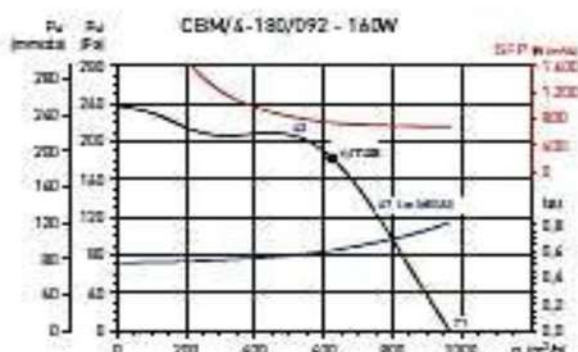
MC*	LC*	VSD*	SP*	qv/N*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[dB(A)]
II	Total	No	1,006	34,0	65,6	0,196	429	572	2402

* Ver nota al pie de página.



MC*	LC*	VSD*	SP*	qv/N*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[dB(A)]
II	Total	No	1,006	34,0	65,6	0,196	429	572	2402

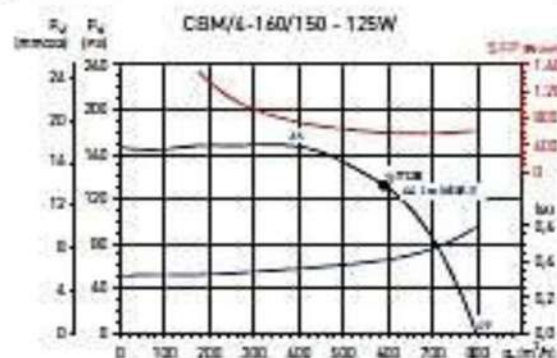
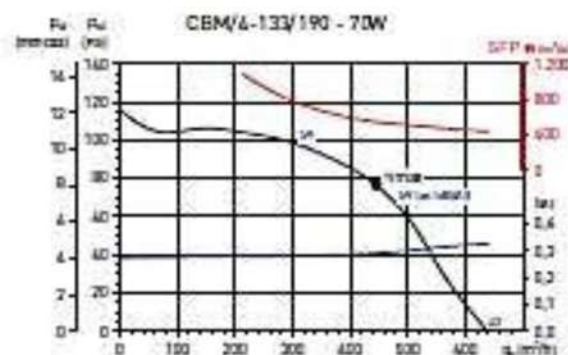
* Ver nota al pie de página.



MC*	LC*	VSD*	SP*	qv/N*	N*	[kW]	[m³/h]	[Pa]	[dB(A)]
II	Total	No	1,000	32,3	64,3	0,128	423	238	1402

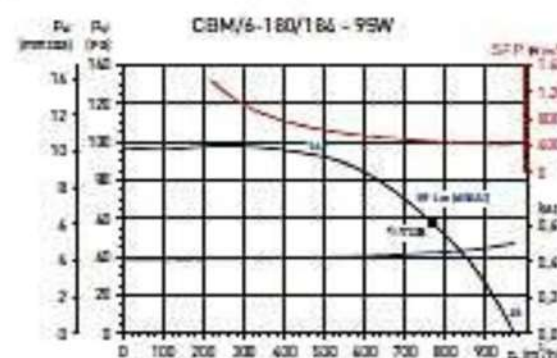
* Ver nota al pie de página.

CURVAS CARACTERÍSTICAS



MC*	EC*	VSD*	SIP*	η (%)	N*	(kW)	(m³/h)	(Pa)	(RPM)
0	Total	No	1,000	25,2	44,3	0,177	943	227	1257

* Ver norma española



CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados En Tablas Y Graficas

Cuadro N° 01: Análisis de las edades de los habitantes encuestados en el caserío Miraflores de Monsefú.

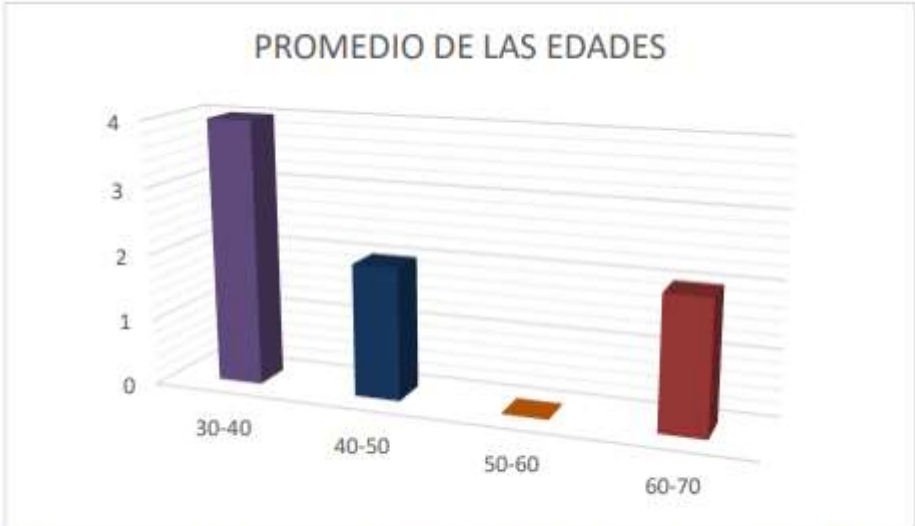
N	Válidos	8
	Perdidos	0
Media		45,13
Mediana		41,50
Desv. típ.		12,710
Varianza		161,554

EDAD					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	32	1	12,5	12,5	12,5
	35	1	12,5	12,5	25,0
	37	1	12,5	12,5	37,5
	39	1	12,5	12,5	50,0
	44	1	12,5	12,5	62,5
	45	1	12,5	12,5	75,0
	64	1	12,5	12,5	87,5
	65	1	12,5	12,5	100,0
Total		8	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta realizada en el CASERIO MIRAFLORES – MONSEFU en el año

2015

Gráfico N° 01: Determinación de las edades en relación con los habitantes encuestados de la localidad de Caserío Miraflores en Monsefú.



Fuente: Encuesta realizada en el CASERIO MIRAFLORES- MONSEFU año 2015

INTERPRETACION: Según el gráfico, se evidencia que la mayoría de los encuestados en el caserío son jóvenes, siendo el mayor porcentaje de ellos dentro del rango de edades de 30 a 40 años.

Cuadro N° 02: Recuento de la cantidad de bombillas en los hogares de los habitantes encuestados en el Caserío Miraflores en Monsefú para el año 2015.

		Estadísticos	
		ACC.ELEC- ¿CUENTA SU HOGAR CON FOCOS?	ACC.ELEC- ¿CUENTA SU HOGAR CON FOCOS?- RESPUESTA SI
N	Válidos	8	8
	Perdidos	0	0
Media			3,75
Mediana			4,00
Desv. típ.			,707
Varianza			,500

ACC.ELEC-¿CUENTA SU HOGAR CON FOCOS?

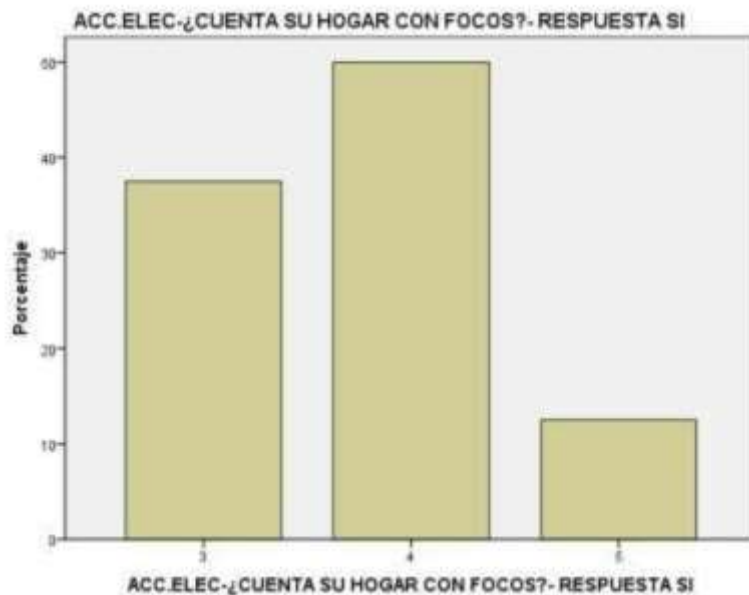
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	8	100,0	100,0	100,0

ACC.ELEC-¿CUENTA SU HOGAR CON FOCOS?- RESPUESTA SI

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 3	3	37,5	37,5	37,5
4	4	50,0	50,0	87,5
5	1	12,5	12,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta realizada en el CASERIO MIRAFLORES- MONSEFU año 2015

Gráfico N° 02: Análisis de la cantidad de lámparas en los hogares de los residentes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú..



INTERPRETACION: El gráfico indica que una proporción significativa de las casas encuestadas en el caserío Miraflores-Monsefú cuentan con cuatro bombillas cada una.

Cuadro N° 03: Análisis de las horas del día en las que se utiliza energía en los hogares de los habitantes encuestados del Caserío Miraflores-Monsefú.

Estadísticos

E.HOGAR- HORAS DEL DIA QUE CONSUME ENERGIA

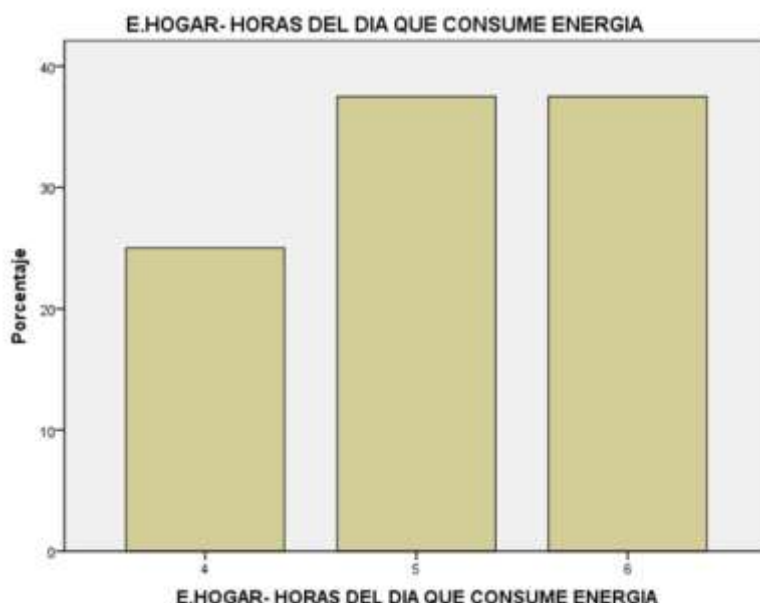
N	Válidos	8
	Perdidos	0
Media		5,13
Mediana		5,00
Desv. típ.		,835
Varianza		,696

E.HOGAR- HORAS DEL DIA QUE CONSUME ENERGIA

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	25,0	25,0	25,0
s	5	37,5	37,5	62,5
	6	37,5	37,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta realizada en el CASERIO MIRAFLORES- MONSEFU año 2015

Gráfico N° 03: Patrones de consumo de energía durante el día en los hogares de los habitantes encuestados del caserío Miraflores en Monsefú.



Interpretación: Según el conjunto completo de encuestados, se identifica la diversidad de cinco horas durante las cuales los habitantes del caserío MIRAFLORES-MONSEFU consumen energía.

Cuadro N° 04: Consumo de energía equivalente en los hogares de los residentes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.

Estadísticos

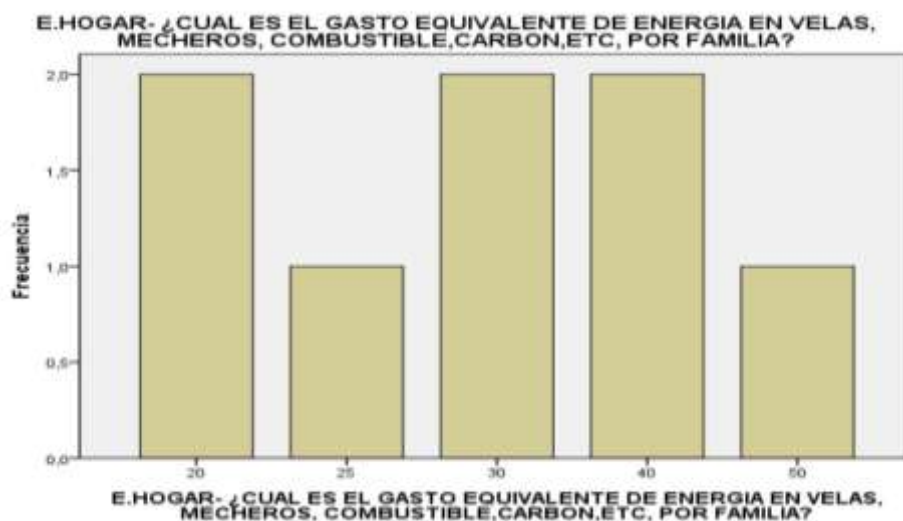
E.HOGAR- ¿CUAL ES EL GASTO EQUIVALENTE DE ENERGIA EN VELAS, MECHEROS, COMBUSTIBLE, CARBON, ETC, POR FAMILIA?

N	Válidos	8
	Perdidos	0
Media		31,88
Mediana		30,00
Desv. típ.		10,670
Varianza		113,839

E.HOGAR- ¿CUAL ES EL GASTO EQUIVALENTE DE ENERGIA EN VELAS, MECHEROS, COMBUSTIBLE, CARBON, ETC, POR FAMILIA?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 20	2	25,0	25,0	25,0
25	1	12,5	12,5	37,5
30	2	25,0	25,0	62,5
40	2	25,0	25,0	87,5
50	1	12,5	12,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Gráfico N° 04: Consumo equiparable de energía en los hogares de los habitantes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú en el año 2015.



Interpretación; De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 25% de los encuestados gastan una cantidad similar de dinero en energía, incluyendo velas, fósforos, combustible, carbón, entre otros, dentro del rango de entre 20 y 40 nuevos soles.

Cuadro N° 05: Manejo de los desechos agrícolas por parte de los residentes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos QUEMA	3	37,5	37,5	37,5
BOTA	5	62,5	62,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Gráfico N° 05: Desperdicio de productos agrícolas entre los habitantes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.



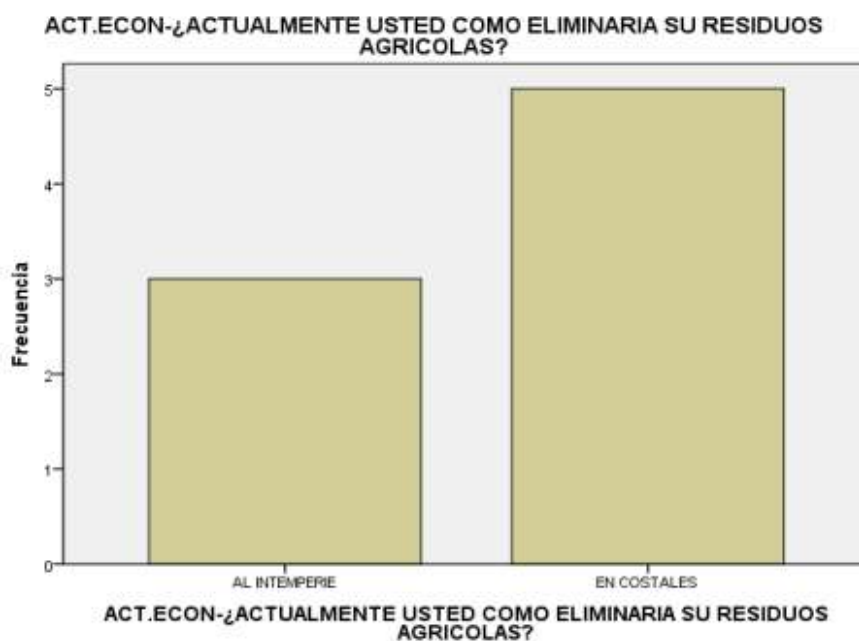
Interpretación: En el gráfico adjunto, se aprecia que la mayoría de los encuestados elige desechar o dejar en los campos de cultivo los residuos agrícolas.

Cuadro N° 06: Manejo de residuos agrícolas por parte de los residentes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.

ACT.ECON-¿ACTUALMENTE USTED COMO ELIMINARIA SU RESIDUOS AGRICOLAS?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	AL INTEMPERIE	3	37,5	37,5	37,5
	EN COSTALES	5	62,5	62,5	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Gráfico N° 06: Disposición de residuos agrícolas por parte de los habitantes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú durante el año 2015.



Interpretación: Se puede deducir que la colectividad de los habitantes del caserío acumula sus desechos agrícolas en sacos para que sean recolectados por el camión de la basura.

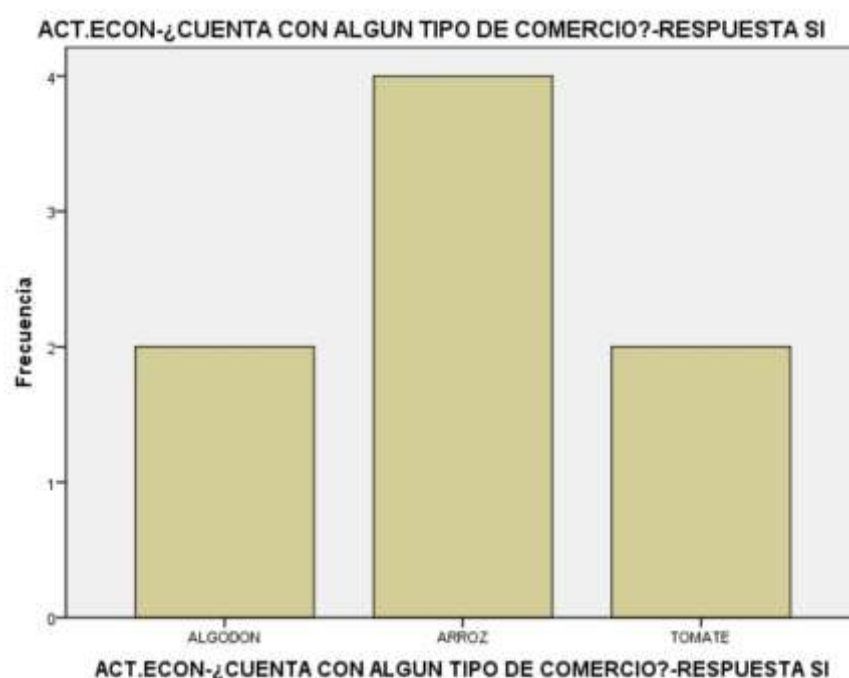
Cuadro N° 07: Manejo de desechos agrícolas entre los habitantes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.

ACT.ECON-¿CUENTA CON ALGUN TIPO DE COMERCIO?-RESPUESTA SI

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	ALGODON	2	25,0	25,0	25,0
	ARROZ	4	50,0	50,0	75,0
	TOMATE	2	25,0	25,0	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta realizada en el CASERIO MIRAFLORES- MONSEFU año 2015

Gráfico N° 07: Manejo de desechos agrícolas entre los habitantes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.



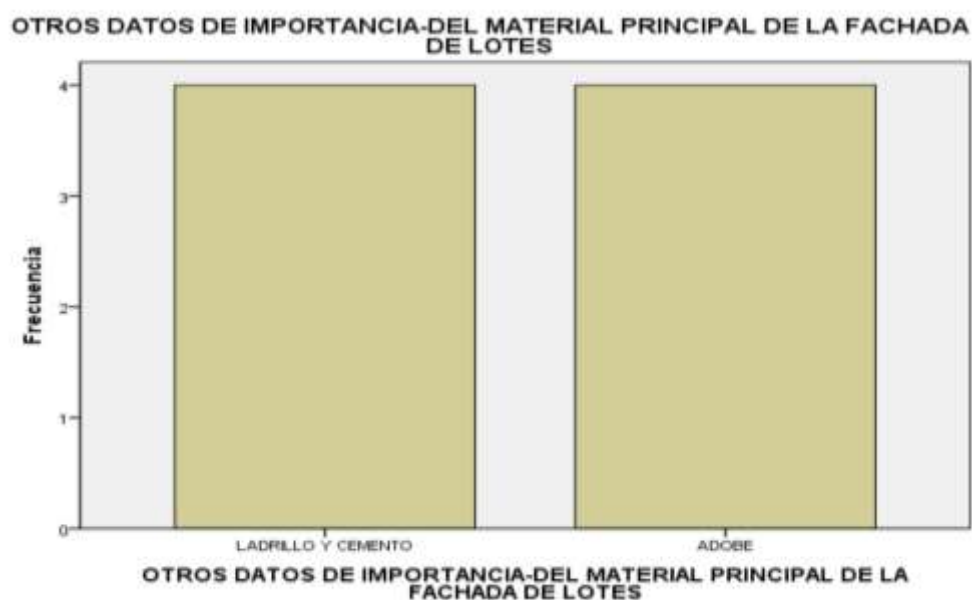
Interpretación: El gráfico analiza las respuestas de los encuestados sobre si tienen alguna actividad comercial además de cultivar arroz, y la mayoría de los pobladores están comprometidos en la siembra y comercialización de su cultivo de arroz.

Cuadro N° 08: Relevancia del material principal utilizado en la fachada de las viviendas según los residentes encuestados del Caserío Miraflores en Monsefú.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
LADRILLO Y CEMENTO	4	50,0	50,0	50,0
ADOBE	4	50,0	50,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta realizada en el CASERIO MIRAFLORES- MONSEFU año 2015

Gráfico N° 08: Significado del material predominante en la fachada de los terrenos para los habitantes encuestados del Caserío Miraflores-Monsefú.



Interpretación: El gráfico ilustra las respuestas de los encuestados sobre si participan en algún otro tipo de actividad comercial además de la siembra de arroz, y se observa que la mayoría de los pobladores se enfocan principalmente en la siembra y comercialización de su cultivo de arroz.

NIVEL DE POBLACION AMBIENTAL TIPICO SEGUN NORMA IEC 815

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos BAJO	8	100,0	100,0	100,0

5.2. Discusión De Resultados

En la presente encuesta, se han evaluado un total de 8 viviendas, cada una ocupada por una sola familia. El proceso de encuestar se basó en entrevistar al responsable del hogar o quien se encarga de los gastos del mismo. Se observó que las edades de los encuestados oscilan entre 30 y 70 años, con la mayoría concentrada en el rango de 30 a 40 años. Este análisis reveló que, en promedio, cada hogar utiliza un máximo de 4 focos, lo que representa aproximadamente el 37.5% de un consumo energético diario de 5 horas por casa.

Al implementar una minicentral termoeléctrica que utilice cáscaras de arroz como combustible en el poblado de Miraflores-Monsefú, se podrían eliminar los costos relacionados con velas, fósforos, combustibles, carbón, etc., los cuales actualmente representan un gasto mensual de entre 20 y 40 soles para este caserío.

Según los resultados, el 62.5% de los habitantes del caserío optan por desechar la cascarilla de arroz, mientras que el 37.5% la quema, lo que aumenta la emisión de CO₂ y la contaminación ambiental. Además, el 37.5% de la cascarilla de arroz se deposita al aire libre, mientras que el 62.5% se almacena en sacos.

¿Qué tan relevantes son los logros obtenidos o los descubrimientos?

Los resultados de las encuestas subrayan la importancia de concebir una minicentral termoeléctrica que emplee la cascarilla de arroz a modo de fuente de energía en el poblado de Miraflores – Monsefú. Esto conllevaría a una disminución en las emisiones de CO₂ al medio ambiente, dado que actualmente el 37.5% de la cascarilla de arroz

se quema y el 52.5% se descarta en el entorno. Asimismo, esta iniciativa suprimiría los gastos asociados con velas, mecheros, combustibles, carbón, entre otros.

¿Con estos se alcanzan los objetivos y se corroboran las suposiciones?

Claramente, la introducción de una minicentral termoeléctrica que emplee la cascarilla de arroz como fuente de combustible en el caserío Miraflores-Monsefú, se lograrían satisfacer los objetivos previstos. Igualmente, se confirmarían las suposiciones al atacar de manera efectiva el problema del déficit de energía eléctrica en dicho poblado.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- a) Se realizó la investigación pertinente sobre el cultivo de arroz en el caserío, identificando que hay 20 hectáreas cultivadas, de las cuales se reservarán 15 hectáreas para la minicentral termoeléctrica. La cantidad necesaria de cascarilla de arroz para el diseño de la minicentral termoeléctrica fue calculada mediante análisis detallados.
- b) Se llevó a cabo un detallado estudio de la composición energética y físico-química de la cascarilla de arroz para evaluar su viabilidad como combustible. Esto incluyó un porcentaje de humedad del 5%, una volatilidad del 65%, un contenido de cenizas del 20%, una densidad de 110 kg/m³ y un poder calorífico de 2770 kcal/kg, lo que respalda nuestra propuesta para la minicentral termoeléctrica.
- c) Se ha logrado calcular con éxito la propuesta de la minicentral termoeléctrica, alcanzando la potencia prevista de 5 kW según lo investigado. Además, se determinó que la cantidad de materia prima disponible es adecuada para cubrir las necesidades de energía eléctrica en cada hogar, lo que supondrá una mejorar considerablemente el bienestar en la vida de la población.
- d) Se calcularon y seleccionaron los diferentes equipos que conforman la minicentral termoeléctrica, incluyendo el silo con un volumen de 1,0045 m³, radio de 0,509 m , la altura de 1,764 m con una capacidad de

almacenamiento de 110,5 kg., que estará fabricado de acero galvanizados de 1,8x1,200x2,400 mm el soporte del silo ser fabricado de acero estructural de 2"x2"x2,5mm, las dimensiones del quemador de cascarilla de arroz radio de reactor es 0,3 m con una altura de 1m y ancho de 0.8m, estar conformada con ladrillo refractario como aislante térmico de (10x20x2,5)cm, con una temperatura de combustión de 600°C y temperatura ambiente de 20°C, con la finalidad del seleccionamiento correcto del turbocompresor, alternador e inversor, con un ventilador centrifugo de 1150 rpm y potencia de 125 w para su puesta en marcha de la planta termoeléctrica, el quemador de cascarilla de arroz y los componentes necesarios para su funcionamiento eficiente.

- e) Se realizó una evaluación exhaustiva de la rentabilidad del diseño de la minicentral termoeléctrica, concluyendo que el proyecto sea redituable y viable desde una perspectiva económica. De acuerdo con los cálculos del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), se proyecta que el período necesario para recuperar la inversión sea de alrededor de 8 años, tal como se muestra en la tabla:

Inversión inicial	VAN	TIR
s/ 17 055,54	s/4 709,64	22%

- f) Se diseñó un programa de mantenimiento para la minicentral termoeléctrica, con mantenimiento programado dos veces al año, entre los meses de junio y diciembre, con el fin de garantizar su óptimo rendimiento y el funcionamiento

adecuado de los equipos que la integran. Aunque la planta sea de pequeña escala, es crucial contar con un plan de mantenimiento para evitar posibles pérdidas económicas derivadas de fallos en los equipos.

- g) Se diseñó la minicentral termoeléctrica utilizando AutoCAD y se creó un modelo en 3D para visualizar cada equipo y su función dentro de la planta termoeléctrica. Esto permitió una mejor comprensión y planificación del proyecto.

Recomendaciones

1. El procesamiento de los componentes de la cáscara de arroz según lo detallado en este proyecto resultará en una mejora del potencial calorífico para la producción de energía eléctrica, lo que conducirá a un incremento en la eficiencia del procedimiento.
2. Se sugiere a los residentes del caserío que utilicen de manera eficiente la cascarilla de arroz para obtener un valor económico adicional. Esto implica aprovechar al máximo los medios disponibles y explorar alternativas creativas para emplear la cascarilla de arroz en diferentes procesos productivos.
3. Es esencial adherirse a las pautas proporcionadas en los manuales de operación y mantenimiento de la minicentral termoeléctrica, particularmente en lo referente al manejo del quemador de cascarilla de arroz. Además, se sugiere encender la planta utilizando otro combustible, como el petróleo, para garantizar un arranque seguro y eficiente.
4. El personal encargado de operar la planta debe tener la capacitación necesaria para manejar la combustión de gases del quemador y asegurar el buen funcionamiento de la minicentral termoeléctrica. Esto incluye conocimientos sobre seguridad y técnicas de mantenimiento preventivo.
5. La implementación de este proyecto contribuirá al uso de energías renovables y a la disminución de contaminación ambiental. Además, la generación de

nuevos puestos de trabajo beneficiará a la comunidad local y promoverá el desarrollo económico sostenible.

6. Se propone realizar un estudio exhaustivo para investigar los diversos usos de la ceniza generada por la quema de la cáscara de arroz, incluyendo su potencial como añadido en la mezcla de concreto o en la producción de filtros de carbón. Asimismo, se sugiere explorar nuevas tecnologías para optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y mejorar la matriz energética nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- s.f.). Energías renovables: las oportunidades de Argentina para generar bioenergía en origen, págs. http://inta.gob.ar/documentos/energias-renovables-las-oportunidades-de-argentina-para-generar-bioenergia-en-origen/at_multi_download/file/INTA%20%20Energ%C3%ADas%20renovables%20las%20oportunidades%20de%20A%20rgentina%20para%20generar%20bioenerg%C3%ADa%20en%20
- (2009). Agüero, M. Servicio Integrado de Información Arroceras, pág. <http://www.conarroz.com/UserFiles/File/SIA27deabril09.pdf>.
- (2010). Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración. Madrid: IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía); BESEL, S.A. (Departamento de Energía).
- (2013). Choi, C. H. Diseño de un gasificador de 25 kw para aplicaciones domesticas usando como combustible la cascarilla de arroz. lima.
- (2010). LA DESCOMPOSICIÓN TERMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ: UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL. COLOMBIA.
- (2005). PALOMINO, B. W. PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA USANDO CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE ZONA MOLINOS DE ARROZ CIUDAD CHICLAYO. CHICLAYO.
- (2011). Psetizki, V. Energía eléctrica con cáscara de arroz, pág. http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/11/091110_1500_cambio_clima_biomasa_wbm.shtml.
- (2010). Villada, D. q., & Gutiérrez, M. y alternativas tecnológicas para el uso de cascarilla de arroz como combustible. Santiago de Cali.

(2010). VILLADA, D. Q., & GUTIERREZ, M. Y. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE. SANTIAGO DE CALI.

(2011). Zegarra Reátegui, J. -p. Perú comienza a generar energía eléctrica a partir de biomasa, págs. http://www.rpp.com.pe/2011-10-28-peru-comienza-a-generar-energia-electrica-a-partir-de-la-basura-noticia_417248.html.

Referencias Bibliográficas / páginas web

- <http://www.inese.es/html/files/pdf/amb/iq/366/16mar.pdf> -
GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD APARTIR DE LA CASCARILLA DE ARROZ.
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2050/15/UPS-GT000019.pdf>
(UNIVERSIDAD POLITECNICA DE SALIANA(ECUADOR)/ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGIA ELECTICA ALTERNATIVO APARTIR DE DESECHOS BIODEGRADABLES)
- <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf> - LA
DESCOPOSICIÓN TERMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ:
ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2058/1/CD-2863.pdf> -
CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA SU APLICACIÓN EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA TERMOELECTRICA
- <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGMLGA6.pdf> - UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL (UCI) GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS BIOMÁSICOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE GASIFICACIÓN: ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS Y LA EMISIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO. COSTA RICA
- <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429130112134100.pdf> - BIOMASA: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA MATRIZ ENERGÉTICA DEL URUGUAY
- http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proylic/Lic_2013_II/lic13_09.pdf - Propuesta de sustitución a nivel nacional de plantas generadoras de electricidad con base en combustible fósil
- <http://www.unionporlabiomasa.org/pdf/cuadernosdelaenergiajunio2013.pdf> -
Generación de electricidad a través de la valorización de biomasa
- http://www.ecotesis.com/biblioteca/Energia/Secret_Energia-Didactico_EnergiasRenovables_biomasa_libro.pdf - 01 Energía Biomasa
- <http://www.cassetteblog.com/2011/11/electricidad-con-cascas-arroz/> - MARCO TEORICO-ANTESEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

ANEXOS

GUÍA DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

NORMA	FINALIDAD	APLICACIÓN
Reglamento de la generación de la electricidad con energía renovables D.S.N° 050-2008-EM	Es de promover la inversión para la generación de electricidad con energía renovables	Esta norma será aplicada en nuestro proyecto en lo que es la biomasa que el residuo agrícola que es la principal fuente de energía
Necesidad y utilidad pública e la electrificación rural D.S.N° 025-2007-EM	Contribuir al desarrollo socioeconómico sostenible, mejorar la calidad de vida de los pobladores en las zonas rurales	La aplicación de esta norma es abastecer las viviendas con energía eléctrica la zona rural donde se realizara nuestro proyecto
Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental LEY N° 27446	Reducir la presión provocada por la basura urbana, enriquecer el hábitat de la vida silvestre y ayudar a mantener la salud humana	Será aplicada en nuestro proyecto en la reducción de la contaminación de los residuos agrícolas o a la quema de estos mismos ya que será utilizado para un mejor aprovechamiento con es el de generar energía
Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector de Electricidad R.M. N° 263 – 2006 – EM	Dar pautas para establecer las medidas de protección de los usuarios, como el personal que realiza las y actividades inherentes a la actividad eléctrica.	Esta normas será aplicada a respetar distancias mínimas de seguridad desde las viviendas a los postes que se instalarán
Ley de promoción del uso eficiente de la energía D.S. N° 053-2007-EM	Mejorar la competitividad del país, generar saldos exportables de energéticos, reducir el impacto ambiental, proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del Uso Eficiente de la Energía	Se aplicara para los estándares mínimos del eficiencia de nuestro proyecto de generación de energía



 Ing. Msc. James Skinner Celada Padilla

ANEXO 1: GUÍA DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

NORMA	FINALIDAD	APLICACIÓN
Reglamento de la generación de la electricidad con energía renovables D.S.Nº 050-2008-EM	Es de promover la inversión para la generación de electricidad con energía renovables	Esta norma será aplicada en nuestro proyecto en lo que es la biomasa que el residuo agrícola que es la principal fuente de energía
Necesidad y utilidad pública e la electrificación rural D.S.Nº 025-2007-EM	Contribuir al desarrollo socioeconómico sostenible, mejorar la calidad de vida de los pobladores en las zonas rurales	La aplicación de esta norma es abastecer las viviendas con energía eléctrica la zona rural donde se realizara nuestro proyecto
Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental LEY Nº 27446	Reducir la presión provocada por la basura urbana, enriquecer el hábitat de la vida silvestre y ayudar a mantener la salud humana	Será aplicada en nuestro proyecto en la reducción de la contaminación de los residuos agrícolas o a la quema de estos mismos ya que será utilizado para un mejor aprovechamiento con es el de generar energía
Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector de Electricidad R.M. Nº 263 – 2006 – EM	Dar pautas para establecer las medidas de protección de los usuarios, como el personal que realiza las y actividades inherentes a la actividad eléctrica.	Esta normas será aplicada a respetar distancias mínimas de seguridad desde las viviendas a los postes que se instalarán
Ley de promoción del uso eficiente de la energía D.S. Nº 053-2007-EM	Mejorar la competitividad del país, generar saldos exportables de energéticos, reducir el impacto ambiental, proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del Uso Eficiente de la Energía	Se aplicara para los estándares mínimos del eficiencia de nuestro proyecto de generación de energía

ANEXO 2: GUÍAS DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN	DURACIÓN	HERRAMIENTAS	EQUIPO	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	RESPONSABLES	NORMAS
Conocer los tipos de centrales termoeléctricas	4 horas	-Lapicero -Hojas -Manuales -internet	- Cámara -Laptop		-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-RER -Decreto Legislativo No. 1002
Proceso de generación eléctrica	2 horas	-Lapicero -Hojas -Normas DGE y MEN -internet	-Cámara -laptop	-Los galvanómetros - Medidores de termopar - Vatímetros -Contadores de servicio	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-Ley N° 28832
La calidad de servicios eléctricos en zonas rurales	2 horas	-Lapicero -Hojas -Manuales -internet -Normas del SER	-Cámara -Laptop	-Micro amperímetros -Electrodinamómetros	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-Ley N° 28749 -(NTCSER) N° 016-2008-EM/DGE
Emisiones del CO2 en el proceso de generación	2 horas	-Lapicero -Hojas -Manuales -internet	-Cámara -Laptop	-Analizador de gases de combustión - Analizador de gases portátiles	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-D.S. N° 29-94-EM -N° 012 – 2011 – EM. -R.M. N° 161-2007-MEM/DM
Proceso de producción de arroz en el caserío Miraflores-Monsefú	3 horas	-Lapicero -Hojas -GPS	-Cámara -Laptop		-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	
Verificar la eficiencia y la corriente del generador	3 horas	-Lapicero -Hojas	-Cámara -Laptop	-Megómetro	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	

GUÍAS DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN	DURACIÓN	HERRAMIENTAS	EQUIPO	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	RESPONSABLES	NORMAS
Conocer los tipos de centrales termoeléctricas	4 horas	-Lapicero -Hojas -Manuales -internet	- Cámara -Laptop		-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-RER -Decreto Legislativo No. 1002
Proceso de generación eléctrica	2 horas	-Lapicero -Hojas -Normas DGE y MEN -internet	-Cámara -laptop	-Los galvanómetros - Medidores de termopar - Vatímetros -Contadores de servicio	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-Ley N° 28832
La calidad de servicios eléctricos en zonas rurales	2 horas	-Lapicero -Hojas -Manuales -internet -Normas del SER	-Cámara -Laptop	-Micro amperímetros -Electrodinómetros	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-Ley N° 28749 -(NTCSER) N° 016-2008-EM/DGE
Emisiones del CO2 en el proceso de generación	2 horas	-Lapicero -Hojas -Manuales -internet	-Cámara -Laptop	-Analizador de gases de combustión - Analizador de gases portátiles	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	-D.S. N° 29-94-EM -N° 012 – 2011 – EM. -R.M. N° 161-2007-MEM/DM
Proceso de producción de arroz en el caserío Miraflores-Monsefú	3 horas	-Lapicero -Hojas -GPS	-Cámara -Laptop		-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	
Verificar la eficiencia y la corriente del generador	3 horas	-Lapicero -Hojas	-Cámara -Laptop	-Megómetro	-José Salazar Chafloque -Sergio Quintana Taboada	

Ing. Msc.  Skinner Celada Padilla



ANEXO 3: ENTREVISTA

CUESTIONARIO

Información de la entrevista

Diseño de una minicentral
termoeléctrica de 5kw utilizando
la cascarilla de arroz como
combustible en el caserío
Miraflores – Monsefú del
departamento de Lambayeque

Nombre del
proyecto de
investigación

_____ Fecha: _____

Nombre del
entrevistador:

Nombre del
entrevistado:

Número de teléfono del
entrevistador:

Cargo que
desempeña

Experiencia
necesaria:

Preguntas del entrevistador

Pregunta: ¿Cuál es el poder calorífico inferior y superior (kJ/kg) que posee la biomasa en este caso la cascarilla de arroz que se procesara en la combustión?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Es factible utilizar el residuo agrícola como combustible para la generación de energía eléctrica?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Cuál serían las ventajas y desventajas que pueden extraerse con la ejecución del proyecto de energía renovable?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Qué impacto se produciría en la combustión de la cascarilla de arroz como un uso de esta nueva alternativa de generación eléctrica?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Los gases de combustión de la cascarilla de arroz específicamente la emisión de CO₂ está dentro de los límites máximos permisibles de emisiones de ambiente? sus beneficios?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Usando un turbo compresor de un automóvil que tiene el mismo principio del ciclo joule brayton tendría una eficiencia mínima recomendada?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Cuán factible sería al adaptar la tecnología existente para el diseño de una mini central termoeléctrica en el sector rural de Lambayeque?

Respuesta:.....
.....

Pregunta: ¿Qué diferencias significativas en cuanto a eficiencias de planta existe entre la generación eléctrica en el principio de ciclo Joule brayton, Diésel y Ranking?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Cuánto se necesita de cascarilla de arroz para generar energía eléctrica en KW/h?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Qué tipo de quemador se requiere para generar más de 4KW?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Cómo ve a futuro el cambio de sistemas eléctricos como son las centrales hidráulicas, termoeléctricas por energía renovables?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Qué beneficios trae el uso de recursos renovables como por ejemplo la biomasa?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Usted como especialista cuanto tiempo se demoraría en el proceso de la cascarilla de arroz hasta la generación eléctrica?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Qué tipos de energía renovable y tecnológica ha escuchado, visto usted o ha sido participe?

Respuesta:.....

.....

Pregunta: ¿Estaría dispuesto a invertir en un sistema de energía renovable?

Respuesta:.....

.....

ANEXO 4: ENCUESTA

OBJETIVO

Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque

Nombre: _____

Sexo: _____

Edad: _____

1. ENERGÍA DEL HOGAR:

1.1. ¿Cuentan con servicios eléctricos? Sí No

Si tiene indique que tipo:

Terma eléctrica Sistema interconectado

Paneles solares Energía renovable

1.2. Horas del día que consume energía: Horas

1.3. ¿Qué herramienta o instrumento usa para tener energía eléctrica?

Grupo electrógeno Sí No

Baterías Sí No

Otros (velas, mecheros) Sí No

1.4. ¿Estaría dispuesto a pagar un recibo de luz?

Si No

1.5. ¿Cuál es el Gasto equivalentes de energía en velas, mecheros, combustible, carbón, etc. por familia?

Total Soles

1.6. ¿Usted desarrollaría alguna actividad productiva Teniendo energía eléctrica

Si No

1.7. ¿Cómo cambiaría su estilo de vida al tener energía eléctrica en su domicilio?

Buena Mala sin conocimiento

2. ACCESORIOS Y ELECTRODOMESTICO DEL HOGAR

2.1. ¿Cuenta su hogar con focos?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de foco(s):

2.2. ¿Cuenta su hogar con televisor?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de televisor(es):

2.3. ¿Cuenta su hogar con DVD?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de DVD(s):

2.4. ¿Cuenta su hogar con equipo de sonido?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de equipo de sonido(s):

2.5. ¿Cuenta su hogar con licuadora?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de licuadora(s):

2.6. ¿Cuenta su hogar con computadora y/o laptop?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de computador y/o laptop(s):

2.7. ¿Cuenta su hogar con teléfono de mesa?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique en el número de teléfono(s):

3. SEÑALES

3.1. ¿Cuenta con señal de internet?

Sí

No

3.2. ¿Cuenta con señal de radio?

Sí

No

3.3. ¿cuenta con señales de teléfono y/o celulares?

Sí

No

4. CENTRO DE SALUD

4.1. ¿Existen puestos o centros de salud en su caserío?

Si

No

Si su respuesta es SI, indique la atención en el puesto de salud más cercano a su localidad:

Buena

mala

sin conocimiento

5. EDUCACIÓN EN SU CASERÍO

5.1. ¿Cuenta su caserío con centros de educación?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, marque los centros educativos que cuenta el caserío:

Centro de educación inicial Sí No

Centro de educación primaria Sí No

Centro de educación secundaria Sí No

Instituto tecnológico y/o universidad Sí No

5.2. ¿Cuenta usted con educación inicial?

Sí

No

5.3. ¿Cuenta usted con educación primaria?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique el nivel de estudios:

Completo

Incompleto

5.4. ¿Cuenta usted con educación secundaria?

Sí

No

En caso que su respuesta es Sí, indique el nivel de estudios:

Completo Incompleto

5.5. ¿Cuenta usted con nivel superior?

Sí No

En caso que su respuesta es Sí, indique el nivel de estudios:

Completo Incompleto

5.6. ¿Tiene conocimiento ah qué distancia se encuentra el centro educativo más cercano?

Sí No

En caso que su respuesta es Sí, indique la distancia:

Metros kilometro

6. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

6.1. ¿Qué hace con su residuo o desperdicio agrícola?

Quema Bota almacena

6.2. ¿Cree que usted que con residuos agrícolas podría generar algún beneficio?

Si No Sin conocimiento

6.3. ¿Usted cree que será posible utilizar la cascarilla de arroz para generar energía eléctrica?

Si No Sin conocimiento

6.4. ¿Actualmente usted como eliminaría su residuos agrícolas?

Al intemperie En costales almacenes

6.5. ¿Cuenta con campos de cultivo?

Sí No

Si en caso que su respuesta sea, indique lo siguiente:

- Terrenos de cultivo por familia Hectárea
- Tierra de pastoreo por familia Hectárea
- Existen terrenos de reserva Natural: Sí No
- Número de familias dedicadas a la agricultura
- Ingrese promedio mensual por familia S/ _____

- Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía eléctrica
 Mensual

La producción se distancia a:

- Consumo propio
- Ruta
- Trueque

6.6. ¿cuenta con algún tipo de Comercio?

Sí No

En caso de que su respuesta es SI, indique el Producto principal

De cultivo:

- Numero de familia dedicadas al comercio
- Ingreso promedio mensual por familia soles
- Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía eléctrica
 Mensual

La producción se distancia a:

- Consumo propio
- Venta
- Trueque

6.7. Otra actividad

Sí No

En caso que su respuesta sea SI, Especifique: _____

- Número de familias dedicadas a la actividad
- Ingreso promedio mensual por familia
- Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía eléctrica
 Mensual

El promedio se destina a consumo:

- propio
- Venta
- Trueque

7. OTROS DATOS DE IMPORTANCIA

7.1. Existen evidencias de descargas eléctricas

Sí No

7.2. Existen evidencias de pájaros carpinteros

Sí No

7.3. Del material principal de la fachada de lotes

- Ladrillo y cementos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N° de viviendas <input type="checkbox"/>
- Adobe	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N° de viviendas <input type="checkbox"/>
- Quincha	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N° de viviendas <input type="checkbox"/>
- Piedra y hierro	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N° de viviendas <input type="checkbox"/>
- Madera	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N° de viviendas <input type="checkbox"/>
- Otros	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	N° de viviendas <input type="checkbox"/>

Nivel de población ambiental típico según norma IEC 815:

Muy bajo Bajo Pesado Muy pesado

POR CONSULTA

POR LOCALIDAD

(Firma de Responsable de la encuesta)

Nombre: _____

Cargo: _____

(V° B° Autoridad locales)

Nombre: _____

Cargo: _____

(V° B° Jefe de Estudio)

Nombre: _____

Cargo: _____

(V° B° Autoridad locales)

Nombre: _____

Cargo: _____

ANEXO 5: ILUSTRACIONES

Ilustración 15

MIRAFLORES - MONSEFU



Vivienda de material rustico sin energía eléctrica

Ilustración 16

MIRAFLORES - MONSEFU



Lote sin energía eléctrica

Ilustración 17
MIRAFLORES - MONSEFU



Proyección de vía que carece de servicio de energía eléctrica

Ilustración 18
MIRAFLORES - MONSEFU



Construcción rustica sin energía

Tablas Termodinámicas

TABLA A-17

Propiedades de gas ideal del aire

T K	h kJ/kg	P _r	u kJ/kg	v _r	s ^o kJ/kg · K	T K	h kJ/kg	P _r	u kJ/kg	v _r	s ^o kJ/kg · K
200	199.97	0.3363	142.56	1707.0	1.29559	580	586.04	14.38	419.55	115.7	2.37348
210	209.97	0.3987	149.69	1512.0	1.34444	590	596.52	15.31	427.15	110.6	2.39140
220	219.97	0.4690	156.82	1346.0	1.39105	600	607.02	16.28	434.78	105.8	2.40902
230	230.02	0.5477	164.00	1205.0	1.43557	610	617.53	17.30	442.42	101.2	2.42644
240	240.02	0.6355	171.13	1084.0	1.47824	620	628.07	18.36	450.09	96.92	2.44356
250	250.05	0.7329	178.28	979.0	1.51917	630	638.63	19.84	457.78	92.84	2.46048
260	260.09	0.8405	185.45	887.8	1.55848	640	649.22	20.64	465.50	88.99	2.47716
270	270.11	0.9590	192.60	808.0	1.59634	650	659.84	21.86	473.25	85.34	2.49364
280	280.13	1.0889	199.75	738.0	1.63279	660	670.47	23.13	481.01	81.89	2.50985
285	285.14	1.1584	203.33	706.1	1.65055	670	681.14	24.46	488.81	78.61	2.52589
290	290.16	1.2311	206.91	676.1	1.66802	680	691.82	25.85	496.62	75.50	2.54175
295	295.17	1.3068	210.49	647.9	1.68515	690	702.52	27.29	504.45	72.56	2.55731
298	298.18	1.3543	212.64	631.9	1.69528	700	713.27	28.80	512.33	69.76	2.57277
300	300.19	1.3860	214.07	621.2	1.70203	710	724.04	30.38	520.23	67.07	2.58810
305	305.22	1.4686	217.67	596.0	1.71865	720	734.82	32.02	528.14	64.53	2.60319
310	310.24	1.5546	221.25	572.3	1.73498	730	745.62	33.72	536.07	62.13	2.61803
315	315.27	1.6442	224.85	549.8	1.75106	740	756.44	35.50	544.02	59.82	2.63280
320	320.29	1.7375	228.42	528.6	1.76690	750	767.29	37.35	551.99	57.63	2.64737
325	325.31	1.8345	232.02	508.4	1.78249	760	778.18	39.27	560.01	55.54	2.66176
330	330.34	1.9352	235.61	489.4	1.79783	780	800.03	43.35	576.12	51.64	2.69013
340	340.42	2.149	242.82	454.1	1.82790	800	821.95	47.75	592.30	48.08	2.71787
350	350.49	2.379	250.02	422.2	1.85708	820	843.98	52.59	608.59	44.84	2.74504
360	360.58	2.626	257.24	393.4	1.88543	840	866.08	57.60	624.95	41.85	2.77170
370	370.67	2.892	264.46	367.2	1.91313	860	888.27	63.09	641.40	39.12	2.79783
380	380.77	3.176	271.69	343.4	1.94001	880	910.56	68.98	657.95	36.61	2.82344
390	390.88	3.481	278.93	321.5	1.96633	900	932.93	75.29	674.58	34.31	2.84856
400	400.98	3.806	286.16	301.6	1.99194	920	955.38	82.05	691.28	32.18	2.87324
410	411.12	4.153	293.43	283.3	2.01699	940	977.92	89.28	708.08	30.22	2.89748
420	421.26	4.522	300.69	266.6	2.04142	960	1000.55	97.00	725.02	28.40	2.92128
430	431.43	4.915	307.99	251.1	2.06533	980	1023.25	105.2	741.98	26.73	2.94468
440	441.61	5.332	315.30	236.8	2.08870	1000	1046.04	114.0	758.94	25.17	2.96770
450	451.80	5.775	322.62	223.6	2.11161	1020	1068.89	123.4	776.10	23.72	2.99034
460	462.02	6.245	329.97	211.4	2.13407	1040	1091.85	133.3	793.36	23.29	3.01260
470	472.24	6.742	337.32	200.1	2.15604	1060	1114.86	143.9	810.62	21.14	3.03449
480	482.49	7.268	344.70	189.5	2.17760	1080	1137.89	155.2	827.88	19.98	3.05608
490	492.74	7.824	352.08	179.7	2.19876	1100	1161.07	167.1	845.33	18.896	3.07732
500	503.02	8.411	359.49	170.6	2.21952	1120	1184.28	179.7	862.79	17.886	3.09825
510	513.32	9.031	366.92	162.1	2.23993	1140	1207.57	193.1	880.35	16.946	3.11883
520	523.63	9.684	374.36	154.1	2.25997	1160	1230.92	207.2	897.91	16.064	3.13916
530	533.98	10.37	381.84	146.7	2.27967	1180	1254.34	222.2	915.57	15.241	3.15916
540	544.35	11.10	389.34	139.7	2.29906	1200	1277.79	238.0	933.33	14.470	3.17888
550	555.74	11.86	396.86	133.1	2.31809	1220	1301.31	254.7	951.09	13.747	3.19834
560	565.17	12.66	404.42	127.0	2.33685	1240	1324.93	272.3	968.95	13.069	3.21751
570	575.59	13.50	411.97	121.2	2.35531						

TABLA A-17

Propiedades de gas ideal del aire (conclusión)

T K	h kJ/kg	P_r	u kJ/kg	v_r	s° kJ/kg · K	T K	h kJ/kg	P_r	u kJ/kg	v_r	s° kJ/kg · K
1260	1348.55	290.8	986.90	12.435	3.23638	1600	1757.57	791.2	1298.30	5.804	3.52364
1280	1372.24	310.4	1004.76	11.835	3.25510	1620	1782.00	834.1	1316.96	5.574	3.53879
1300	1395.97	330.9	1022.82	11.275	3.27345	1640	1806.46	878.9	1335.72	5.355	3.55381
1320	1419.76	352.5	1040.88	10.747	3.29160	1660	1830.96	925.6	1354.48	5.147	3.56867
1340	1443.60	375.3	1058.94	10.247	3.30959	1680	1855.50	974.2	1373.24	4.949	3.58335
1360	1467.49	399.1	1077.10	9.780	3.32724	1700	1880.1	1025	1392.7	4.761	3.5979
1380	1491.44	424.2	1095.26	9.337	3.34474	1750	1941.6	1161	1439.8	4.328	3.6336
1400	1515.42	450.5	1113.52	8.919	3.36200	1800	2003.3	1310	1487.2	3.994	3.6684
1420	1539.44	478.0	1131.77	8.526	3.37901	1850	2065.3	1475	1534.9	3.601	3.7023
1440	1563.51	506.9	1150.13	8.153	3.39586	1900	2127.4	1655	1582.6	3.295	3.7354
1460	1587.63	537.1	1168.49	7.801	3.41247	1950	2189.7	1852	1630.6	3.022	3.7677
1480	1611.79	568.8	1186.95	7.468	3.42892	2000	2252.1	2068	1678.7	2.776	3.7994
1500	1635.97	601.9	1205.41	7.152	3.44516	2050	2314.6	2303	1726.8	2.555	3.8303
1520	1660.23	636.5	1223.87	6.854	3.46120	2100	2377.7	2559	1775.3	2.356	3.8605
1540	1684.51	672.8	1242.43	6.569	3.47712	2150	2440.3	2837	1823.8	2.175	3.8901
1560	1708.82	710.5	1260.99	6.301	3.49276	2200	2503.2	3138	1872.4	2.012	3.9191
1580	1733.17	750.0	1279.65	6.046	3.50829	2250	2566.4	3464	1921.3	1.864	3.9474

Nota: Las propiedades P_r (presión relativa) y v_r (volumen específico relativo) son cantidades adimensionales utilizadas en el análisis de procesos isentrópicos y no deben confundirse con las propiedades de presión y volumen específico.

Fuente: Kenneth Wark, *Thermodynamics*, cuarta edición, Nueva York, McGraw-Hill, 1983, pp. 785-786, Tabla A-5. Publicada originalmente en J. H. Keenan y J. Kaye, *Gas Tables*, Nueva York, John Wiley & Sons, 1948.

Tubo LAC ASTM A500



DESIGNACIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m									
Designación Nominal pulgadas	Dimensión exterior (mm)	Espesores (mm)							
		1.5	1.8	2	2.5	3	4	4.5	6
REDONDO DIAM. NOMINAL	1/2	21.3	0.866	0.952	1.159				
	3/4	26.7	1.105	1.218	1.492				
	1	33.4	1.403	1.549	1.905	2.249			
	1 1/4	42.2	1.793	1.983	2.448	2.900			
	1 1/2	48.3	2.064	2.284	2.824	3.351			
	2	60.3	2.597	2.876	3.564	4.239			
	2 1/2	73.0		3.502	4.347	5.179			
	3	88.9		4.285	5.327	6.355			
	4	114.3		5.539	6.892	8.234			
CUADRADO L.E.	-	25x25	1.061	1.460					
	-	30x30	1.300	1.700					
	-	40x40	1.770	2.244		3.320			
	-	50x50	2.250	3.122	3.872	4.316			
	2	50.8		3.122	3.872	4.316			
	-	75x75		4.500	5.560	6.810			
	4	101.6				9.174	12.133	13.594	
	-	100x100		6.165	7.675	9.174	12.133	13.594	16.980
	-	125x125				11.310	14.870	16.620	21.690
-	150x150					13.670	20.800	27.386	
RECTANGULAR L.E.	-	20x40	1.354	1.700					
	-	25x50	1.650	2.261					
	-	40x60	2.260	3.033	3.600	4.250			
	-	40x80	2.710	3.660	4.390	5.190			
	-	50x75				5.423			
	-	50x100		4.500	5.560	6.600	8.590		
	-	50x150		6.165	7.676	9.174	11.730		
	-	100x150				10.850		16.600	21.700
	-	100x200				13.670	18.010	20.150	26.400
-	150x200					21.150	23.680	31.100	

■ Negro y Galvanizado

NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:

Las dimensiones, pesos y espesores se fabrican según la Norma ASTM A500.

DESCRIPCIÓN:

Tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

PRESENTACIÓN:

Longitud

Redondos	:	6.40 y 6 m.
Cuadrados	:	6 m.
Rectangulares	:	6 m.

Otras longitudes a pedido.

Acabado de extremos: Refrentado (plano), limpio de rebordes.
Recubrimiento : Negro Galvanizado (mínimo 120 gr / m²)

USOS:

Estructuras livianas y pesadas diversas, tijerales, postes, cercos perimétricos, carrocerías, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Redondo:

	Grado A	Grado B
Resistencia a la Tracción (Mpa)	310	400
Límite de Fluencia (Mpa)	230	290

Cuadrado y Rectangular:

	Grado A	Grado B
Resistencia a la Tracción mín. (Mpa)	310	400
Límite de Fluencia mín. (Mpa)	270	315

Planchas y Bobinas Laminadas en Caliente

Planchas Delgadas LAC

DIMENSIONES NOMINALES (1)	
Calidad Estructural PDLAC A36 (mm)	
1.5 x 1,200 x 2,400	2.8 x 1,200 x 2,400
1.8 x 1,200 x 2,400	2.8 x 1,200 x 2,400
1.9 x 1,200 x 2,400	3.0 x 1,200 x 2,400
2.0 x 1,200 x 2,400	4.0 x 1,200 x 2,400
2.2 x 1,100 x 2,400	4.4 x 1,200 x 2,400
2.2 x 1,200 x 2,400	3.0 x 1,500 x 6,000
2.3 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,200 x 2,400
2.4 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,500 x 6,000
2.5 x 1,200 x 2,400	



Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores menores a 4.75 mm.

NORMAS TÉCNICAS:

Estructural : ASTM A36

USOS:

Construcción de silos, embarcaciones pesqueras, vagones, estructuras y usos en general.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Estructural

Límite de Fluencia mínimo = 2,550 kg/cm² (*)

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,610 kg/cm²

Alargamiento en 50 mm = 20.0 % mínimo

Doblado = a 180° (opcional).

Diámetro Pin = 3e. Sentido Laminación

(*) Referencial

(1) Previa consulta y a pedido, también se suministra en otras longitudes.

Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque.



CATÁLOGO de **Productos y Servicios**

Calidad, innovación y
seguridad en tus manos



**ACEROS
AREQUIPA**
Elige Seguridad

Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS



REPORTE DE ANALISIS N° 153-2015-UST-FIQIA

24 de noviembre del 2015

SOLICITANTE : Quintana Taboada Junior
ASUNTO : Análisis Físico Químico
MUESTRA : Cascarilla de Arroz
TIPO USO : Proyecto de Tesis
FECHA DE RECEPCIÓN : 19/11/2015
FECHA DE REPORTE : 23/11/2015

Resultados de Análisis Físico químico

Determinación	Medida	Resultado
Densidad (Compactada)	g/ml	0.6666
Humedad	%	5.0
Materia Volátil	%	65.0
Cenizas	%	20.0
Carbón Fijo	%	10.0
Poder Calorífico	Kcal/kg	2,770.00

Los resultados corresponden a una muestra traída por el solicitante al laboratorio.



James Jenner Guerrero Braco
Ing. James Jenner Guerrero Braco

ANALISTA



PARA LA PROPORCIÓN DE LA CANTIDAD DE CÁSCARA QUE SE OBTIENE DEL ARROZ SE REALIZA MEDIANTE LA SIGUIENTE FORMULA:

Se extrae 100 gr de muestra del total del lote en cáscara de arroz, que posteriormente al pasar por el testeador de arroz se obtiene de 0.5 a 2 gr de impurezas, luego se procede al descascarado (98 gr de arroz restantes) se obtiene de 65 a 67 gr de arroz integral sacando así un promedio de 33 a 31 gr de cáscara.



Ing. Rodríguez Yomona Franklin

Jefe de Control de Calidad

INFORME PRÁCTICO

Molino San Nicolás S.R.L ubicada en la panamericana norte km 778 camino ah Lambayeque, es una empresa procesadora de arroz con tecnología de tercer milenio, el cual nos brindó un panorama del proceso de pilado de arroz en cascara en un molino de prueba, para el proceso tomaremos una muestra de 100gr el cual es ingresado instantáneamente para el pilado.

Una vez hecho el pilado del arroz en cáscara nos arroja un peso de 76 gr en arroz sin cascarilla y un peso de 24 gr solo de cáscarilla, pero es notorio que esa cascara de arroz está incluida de impurezas, pajas, arroz que son vanos es decir que no tienen el producto el cual tiene un peso 3 – 4 gr, es decir el porcentaje de cascarilla de arroz varía entre el 19 y 20 %.



Ing. Pedro Bravo Moncada

Jefe de producción

INSTRUMENTO PARA LA VALIDACIÓN

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento		X		
Calidad de redacción de los ítems		X		
Pertinencia de las variables con los indicadores		X		
Relevancia del contenido	X			
Factibilidad de aplicación	X			

Apreciación cualitativa

El instrumento se encuentra con la aplicación y/o desarrollo de todas las dimensiones descritas en la operacionalización de variables.

Observaciones

Se recomienda corregir un par de ítems, a fin de dar mayor claridad a las preguntas, así mismo se debe agregar el objetivo

Validado por: Betsy Pamela Armatqui Profesión: Estadístico

Lugar de trabajo: Universidad Señor de Sipán

Cargo que desempeña: Coordinadora de Métodos Estadísticos

Fecha: 30-06-15

Firma: 

Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque.

INSTRUMENTO PARA LA VALIDACIÓN

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento		X		
Calidad de redacción de los ítems			X	
Pertinencia de las variables con los indicadores		X		
Relevancia del contenido		X		
Factibilidad de aplicación		X		

Apreciación cualitativa

Se corrigio aspectos de redacción y Estructura.

Observaciones

Validado por: IVAN MORALES CHAVARRY Profesión: LIC EN ESTADÍSTICA

Lugar de trabajo: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN - D. DE INVESTIGACIÓN

Cargo que desempeña:

COORDINADOR DEL CENTRO DE OPINIÓN PÚBLICA

Fecha: 01 de Julio

Firma: 

INSTRUMENTO PARA LA VALIDACIÓN

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento		✓		
Calidad de redacción de los ítems		✓		
Pertinencia de las variables con los indicadores		✓		
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de aplicación	✓			

Apreciación cualitativa

Busas de Observación

Observaciones

Validado por: James S. Celado Padilla Profesión: Ing° Mecánico eléctrico

Lugar de trabajo: USS

Cargo que desempeña:
Docente

Fecha: 10/07/2015

Firma:


James S. Celado Padilla
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CIP. 73065

INSTRUMENTO PARA LA VALIDACIÓN

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento		✓		
Calidad de redacción de los ítems		✓		
Pertinencia de las variables con los indicadores		✓		
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de aplicación	✓			

Apreciación cualitativa

Guía de Análisis de Documentos

Observaciones

Validado por: James S. Celada Padilla Profesión: Ing° Mecánico Electricista

Lugar de trabajo: USS

Cargo que desempeña: Docente

Fecha: 10/07/2015

Firma: 

Ing° Mec. James Skinner Celada Padilla
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 73065

INSTRUMENTO PARA LA VALIDACIÓN

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento	✓			
Calidad de redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores		✓		
Relevancia del contenido		✓		
Factibilidad de aplicación	✓			

Apreciación cualitativa

Entrevista al Especialista

Observaciones

Validado por: *James S Celada Padilla* Profesión: *Ing° Mecánico Electricista*

Lugar de trabajo: *USS*

Cargo que desempeña:

Docente

Fecha: *10/07/2015*

Firma: 

Ing° Mec. James Skinner Celada Padilla
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CIP. 73065



Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque.

Lambayeque: cultivo de Arroz tres campañas

Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Total general
Cosechas (ha)	350	360	350	1060
Chiclayo	350	360	350	1060
Monsefú	350	360	350	1060
Producción (t)	3152	2689	3391	9232
Chiclayo	3152	2689	3391	9232
Monsefú	3152	2689	3391	9232
Siembras (ha)	350	370	350	1070
Chiclayo	350	370	350	1070
Monsefú	350	370	350	1070
Total general	3852	3419	4091	11362

Precios de arroz cascara en molinos año 2015

meses	Promedio de MIN		Promedio de MAX	
	ZONA NOR ORIENTAL(SELVA NORTE)	ZONA NOR(LAMB.-CRIOLLO)	ZONA NOR ORIENTAL(SELVA NORTE)	ZONA NOR(LAMB.-CRIOLLO)
ene	153	176	162	194
feb	149	173	154	182
mar	146	170	151	179
Total general	149	173	155	185

meses	Promedio de MIN		Promedio de MAX	
	ZONA NOR ORIENTAL(SELVA NORTE)	ZONA NOR(LAMB.-CRIOLLO)	ZONA NOR ORIENTAL(SELVA NORTE)	ZONA NOR(LAMB.-CRIOLLO)
ene	153	176	162	194
feb	149	173	154	182
mar	146	170	151	179
Total general	149	173	155	185

Larios Ramírez Oscar Santiago

Lic. Estadística

Diseño de una Minicentral Termoeléctrica de 5kW, utilizando la cascarilla de arroz como combustible en el caserío Miraflores – Monsefú del departamento de Lambayeque.

Especialista Estadístico - Observatorio Regional de Cadenas Agro productivas - Lambayeque

Gerencia Regional de Agricultura

Calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de subsistemas de distribución de acuerdo a la R.D.N° 015-2004-EM/DGE

Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria de acuerdo a la R.D. N° 015-2004-EM/DGE					
Tipo de habilitación	Sector de Distribución Típico 1 W	Sector de Distribución Típico 2 W	Sector de Distribución Típico 3 W	Sector de Distribución Típico 4 W	Sector de Distribución Típico 5 W
a) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 1 (Zonas R1-S y R1)	1 500 + 3 W/m ² hasta un máximo de 10 kW (suministro trifásico)	800 + 1 W/m ² hasta un máximo de 5 kW (suministro trifásico)	—	—	—
b) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 2 (Zona R2)	1 500	800	—	—	—
c) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 3 (Zona R3)	1 300	700	500	—	—
d) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 4 (Zona R4)	900 (suministro monofásico)	900 (suministro monofásico)	700 (suministro monofásico)	—	—
e) Habilitaciones de alta densidad poblacional, para viviendas multifamiliares	11 W/m ² del área techada total, con un mínimo de 900 W	11 W/m ² del área techada total, con un mínimo de 700 W	—	—	—
f) Habilitaciones para vivienda taller (Zona I1-R)	1 000	1 000	1 000	—	—
g) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Centros Poblados, incluyendo agrupaciones de vivienda en zonas rurales	700 300 (*) (suministro monofásico)	300 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	200 (suministro monofásico)
h) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Asentamientos Humanos Marginales o Pueblos Jóvenes	700 (suministro monofásico)	400 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	250 (suministro monofásico)
i) Habilitaciones pre-Urbanas, tipos pecuarios o huertas (Zona P-U)	2 000	1 500	1 500	1 000	1 000
j) Lotizaciones para la industria elemental y complementaria de apoyo a la industria de mayor escala (Zona I1)	4 000	1 100	—	—	—

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS_SALAZAR_CHAFLOQUE_turnitin_1.docx

AUTOR

jose elar y sergio junior salazar chafloque y quintana taboada

RECUENTO DE PALABRAS

15773 Words

RECUENTO DE CARACTERES

87346 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

156 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

19.4MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 7, 2024 11:58 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 7, 2024 11:59 AM GMT-5

● 25% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 24% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

ACTA DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Silvia Yvone Gastiaburú Morales**, Coordinador de Investigación y Responsabilidad Social de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** y revisor de la investigación aprobada mediante **Resolución N° 0422-A-2022/FIAU-USS** de(l) los Bachiller(es):

SALAZAR CHAFLOQUE JOSE ELAR

QUINTANA TABOADA SERGIO JUNIOR,

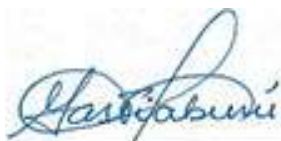
Titulada:

“DISEÑO DE UNA MINICENTRAL TERMOELÉCTRICA DE 5 KW UTILIZANDO LA CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE EN EL CASERÍO MIRAFLORES - MONSEFÚ DEL DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE”

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **25%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva de Similitud aprobada mediante Resolución de Directorio N° 015-2022/PD-USS de la Universidad Señor de Sipán.

Pimentel, 07 de marzo de 2024



Dra. Silvia Yvone Gastiaburú Morales
DNI N° 16481433