

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de combustibles alternos para la reducción
de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del
distrito de San Jerónimo de Tunán - Huancayo**

Kelly Steffy Monago Torres
Lorena Bresli Muñoz Maravi
Yolinda Flor Romero Asto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por habernos dado salud y acompañarnos en todo momento.
A las personas que nos han apoyado y brindado su compañía, en especial al asesor de tesis, ing. García Jiménez Dante Manuel, que nos brindó consejos y enseñanzas durante el tiempo de investigación.

DEDICATORIA

A nuestros padres, por habernos proyectado como las personas que, hoy en día, somos. Muchos de nuestros resultados son gracias a ustedes, entre ellos, se incluye este trabajo de investigación.

Nos educaron con reglas hasta hacernos independientes y nos impulsaron, día tras día, para alcanzar nuestras aspiraciones.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. Justificación e importancia	5
1.3.1. Ambiental.....	5
1.3.2. Social.....	5
1.3.3. Económico	6
1.4. Hipótesis y descripción de variables	6
1.4.1. Hipótesis General	6
1.4.2. Hipótesis Específicas	6
1.5. Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO II.....	8
2.1. Antecedentes del problema	8
2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos.....	8
2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis	12
2.1.1. Antecedentes encontrados en libro	16
2.1.1. Antecedentes encontrados en sitios Web	17

2.2. Bases teóricas.....	17
2.2.1. Contaminación	17
2.2.2. Contaminantes atmosféricos.....	18
2.2.3. Fuentes de los contaminantes	20
2.2.4. Consecuencias de la contaminación atmosférica.....	21
2.2.5. Ladrilleras artesanales	22
2.2.6. Combustión.....	24
2.2.7. Combustible	25
2.2.8. Producción Agrícola.....	27
2.2.9. Herramienta de residuos agrícolas.....	34
2.2.10. Energía	34
2.2.11. Poder calorífico	34
2.2.12. Potencial Energético	35
2.2.13. Evaluación de emisiones	35
2.2.14. Factor de emisión	37
2.2.15. Estaciones lluviosas y secas.....	38
2.3. Definición de términos básicos.....	39
2.3.1. Contaminación atmosférica.....	39
2.3.2. Factor de emisión	39
2.3.3. Poder calorífico	39
2.3.4. Combustión.....	39
2.3.5. Índice de productividad agrícola.....	39
2.3.6. Emisión.....	40
2.3.7. Combustión.....	40
2.3.8. Contaminante	40
2.3.9. Combustible tradicional.....	40
2.3.10. Combustible alternativo	40

2.3.11. Ladrillera artesanal	40
2.3.12. Rendimiento del cultivo	40
2.3.13. Producción.....	40
2.3.14. Relación residuos cultivo	40
CAPÍTULO III.....	41
3.1. Método y alcance de la investigación	41
3.1.1. Método de Investigación	41
3.1.2. Alcance de la Investigación.....	94
3.2. Diseño de la Investigación.....	95
3.2.1. Diseño experimental	95
3.3. Población y muestra.....	97
3.3.1. Población.....	97
3.3.2. Muestra.....	98
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	101
3.4.1. Técnicas	101
3.4.2. Instrumento.....	101
CAPÍTULO IV	102
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	102
4.1.1. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM ₁₀ en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan.	102
4.1.2. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM _{2.5} en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan.	116
4.1.3. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan.	130

4.1.4. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO ₂ en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan.	144
4.1.5. Resultados de la evaluación de los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo	161
4.2. Prueba de Hipótesis	165
4.2.1. Prueba de hipótesis general.....	165
4.2.2. Prueba de Hipótesis Específica N°1.....	166
4.2.3. Prueba de Hipótesis Específica N°2.....	169
4.2.4. Prueba de Hipótesis Específica N°3.....	172
4.2.5. Prueba de Hipótesis Específica N°4.....	176
4.3. Discusión de resultados	179
CONCLUSIONES	181
RECOMENDACIONES.....	182
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	183
ANEXOS.....	189

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cultivo de trigo por Regiones en el año 2017, 2018 y 2019.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 2. Cultivo de algodón por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3. Cultivo de maíz choclo por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4. Cultivo de caña de azúcar por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5. Cultivo de cebada por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 6. Combustibles alternos.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 7: Factor de emisión de la leña.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 8: Poder calorífico del combustible actual</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 9: Poder calorífico de los combustibles alternos.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 10: Factor de emisión de combustibles alternos.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 11. Lista de cultivo y residuos analizados por la herramienta de cultivos agrícolas.92</i>	
<i>Tabla 12: Diseño con grupo de control–Posprueba</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 13: Diseño con un grupo de control–Posprueba para la investigación</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 14: Coordenada WGS 1984 UTM de las ladrilleras artesanales.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 15: Resultados de la cantidad de emisión del PM_{10} con el combustible actual. ...</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 16: Resultados del potencial energético del combustible actual.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 17: Resultados de la cantidad de emisión de PM_{10} del combustible alternativo 1.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 18: Resultados de la cantidad de emisión de PM_{10} del combustible alternativo 2.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 19: Resultado de la cantidad de emisión del PM_{10} del combustible alternativo 3.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 20: Resultados de la cantidad de emisión del PM_{10} del combustible alternativo 4.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 21: Resultados de la cantidad de emisión del PM_{10} del combustible alternativo 5.</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 22: Reducción de Tn de PM_{10} al año.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 23: Resultados de la cantidad de emisión del $PM_{2.5}$ con el combustible actual....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 24: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 1.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 25: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 2.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 26: Resultado de la cantidad de emisión del combustible alternativo 3.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 27: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 4.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 28: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 5.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 29: Reducción en Tn de $PM_{2.5}$ al año.</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 30: Resultados de la cantidad de emisión del CO con el combustible actual.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 31: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 1.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 32: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 2.....</i>	<i>135</i>

Tabla 33: Resultado de la cantidad de emisión del combustible alterno 3.....	137
Tabla 34: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 4.....	139
Tabla 35: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 5.....	141
Tabla 36: Reducción de emisión en Tn de CO al año.	143
Tabla 37: Resultados de la cantidad de emisión del CO ₂ con el combustible actual.....	145
Tabla 38: Resultados de la cantidad de emisión de CO ₂ del combustible alterno 1.	147
Tabla 39: Resultados de la cantidad de emisión de CO ₂ del combustible alterno 2.	149
Tabla 40: Resultado de la cantidad de emisión del CO ₂ del combustible alterno 3.	151
Tabla 41: Resultados de la cantidad de emisión del CO ₂ del combustible alterno 4.....	153
Tabla 42: Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 5.....	155
Tabla 43: Reducción de Tn de CO ₂ al año.....	157
Tabla 44: Consumo de los combustibles alternos.	159
Tabla 45: Combustibles alternos requeridos.	161
Tabla 46. Cantidades de emisiones totales del PM ₁₀ del distrito de San Jerónimo de Tunan.	161
Tabla 47. Cantidades de emisiones totales del PM _{2.5} del distrito de San Jerónimo de Tunan.	163
Tabla 48. Cantidad total de emisiones de CO del distrito de San Jerónimo de Tunan. ..	163
Tabla 49. Cantidades de emisiones totales del CO ₂ del distrito de San Jerónimo de Tunan	165
Tabla 50: Resumen de procesamiento de datos del contaminante PM ₁₀	167
Tabla 51: Prueba de normalidad el contaminante de PM ₁₀	167
Tabla 52: Rangos del contaminante PM ₁₀ por tipo de combustible.	168
Tabla 53: Estadísticos de prueba ^{a,b} del PM ₁₀	168
Tabla 54: Resumen de procesamiento de datos del contaminante PM _{2.5}	170
Tabla 55: Prueba de normalidad del contaminante PM _{2.5}	170
Tabla 56: Rangos del contaminante PM _{2.5}	171
Tabla 57: Estadísticos de prueba ^{a,b} del PM _{2.5}	171
Tabla 58: Resumen de procesamiento de datos del contaminante CO.....	173
Tabla 59: Prueba de normalidad del contaminante CO.....	174
Tabla 60: Rangos del contaminante CO por Tipo de combustible.....	174
Tabla 61: Estadísticos de prueba ^{a,b} del CO	175
Tabla 62: Resumen de procesamiento de datos del contaminante CO ₂	176
Tabla 63: Prueba de normalidad del contaminante CO ₂	177

<i>Tabla 64: Rangos del contaminante CO₂ por tipo de combustible.</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 65: Estadísticos de prueba^{a,b} del CO₂</i>	<i>178</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Bosquejo de la relación propuesta entre los contaminantes 3 de vectores ambientales (aire, agua y suelo)...</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Comparación del tamaño de partícula con el pelo.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Proceso de fabricación de ladrillos.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4. Jerarquía de estimación de emisiones.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 5. Factor de emisión basado en procesos.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 6. Factor de emisión basado en censos.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 7. Reducción de cantidad de emisión.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 8: Selección de idioma.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 9. Selección del país y región</i>	<i>91</i>
<i>Figura 10. Selección del tipo de residuo agrícola y el lugar de generación.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 11. Ingreso de datos del rendimiento y producción del cultivo..</i>	<i>93</i>
<i>Figura 12. Producción total de residuos y rendimiento.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 13. Mapa de ubicación del distrito de San Jerónimo de Tunan.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 14. Mapa de ubicación de la fuente de Área.</i>	<i>100</i>
<i>Figura 15. Mapa de Zonificación por sectores en relación con el uso de suelo del distrito de San Jerónimo de Tunan.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 16. Cantidades de emisiones totales del PM₁₀ del distrito de San Jerónimo de Tunan.</i>	<i>162</i>
<i>Figura 17. Cantidad de emisión total del PM_{2.5} del distrito de San Jerónimo de Tunan.</i>	<i>162</i>
<i>Figura 18. Cantidad total de emisiones de CO del distrito de San Jerónimo de Tunan.</i>	<i>164</i>
<i>Figura 19. Cantidad total de emisiones de CO₂ del distrito de San Jerónimo de Tunan.....</i>	<i>165</i>
<i>Figura 20. Contaminante PM₁₀ por tipo de combustible.</i>	<i>169</i>
<i>Figura 21. Contaminante PM_{2.5} por tipo de combustible.</i>	<i>172</i>
<i>Figura 22. Contaminante CO por tipo de combustible.....</i>	<i>175</i>
<i>Figura 23. Contaminante CO₂ por tipo de combustible.....</i>	<i>178</i>

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. La metodología utilizada para determinar la cantidad de emisión fue AP-42 para épocas secas y lluviosas, este requiere datos del factor de emisión y el consumo del combustible actual (C.ACT) y alternos (C.ALT), obteniéndose los factores de emisión mediante recopilación de información de la US EPA y para el consumo del C.ACT se requiere un instrumento de recolección de datos para conocer la cantidad del combustible por horneada; así mismo es necesario tener en cuenta el potencial energético del C.ACT, debido a que es la energía presente en función a su poder calorífico y consumo, siendo esta una referencia para reemplazar el potencial energético para cada C.ALT; por lo tanto el consumo del C.ALT se determinó con el potencial energético del C.ACT y el poder calorífico de cada combustible alternativo. Obteniendo ya estos datos se aplicará la metodología para poder obtener la cantidad de emisión de cada C.ALT. Resultando que los C.ALT (residuos de maíz, trigo, caña de azúcar y cebada) reducen las cantidades de emisiones de CO, CO₂, PM₁₀ Y PM_{2.5}, sin embargo, el C.ALT (residuos de algodón) solo reduce las emisiones de CO, CO₂, PM₁₀, pero emite en mayor cantidad el contaminante de PM_{2.5}. En conclusión, el C.ALT que reduce en mayor medida sus emisiones generadas por las ladrilleras artesanales de San Jerónimo de TUNÁN son los residuos de cebada.

Keywords: Alternative fuel, current fuel, emission quantity and energy potential.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate alternative fuels to reduce emissions in artisanal brick production in the San Jerónimo de Tunán-Huancayo district. The methodology used to determine the amount of emission was AP-42 for dry and rainy seasons, this requires data on the emission factor and current fuel consumption (C.ACT) and alternate (C.ALT), obtaining the emission factors By compiling information from the US EPA and for the consumption of C.ACT, a data collection instrument is required to know the amount of fuel per bake; Likewise, it is necessary to take into account the energy potential of the C.ACT, because it is the energy present according to its calorific power and consumption, this being a reference to replace the energy potential for each C.ALT; therefore, the C.ALT consumption was determined with the energy potential of the C.ACT and the calorific value of each alternative fuel. Once these data are obtained, the methodology will be applied to obtain the amount of emission of each C.ALT. Resulting in that the C.ALT (corn, wheat, sugar cane and barley residues) reduce the amounts of CO, CO₂, PM₁₀ and PM_{2.5} emissions, however, the C.ALT (cotton residues) only reduces the emissions of CO, CO₂, PM₁₀ but emits in greater quantity the pollutant of PM_{2.5}. In conclusion, the C.ALT that most reduces its emissions generated by the artisanal brick factories of San Jerónimo de TUNÁN are barley residues.

Keyword: Alternative fuel, emission, waste and energy potential

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la contaminación ambiental ha sido un problema de gran relevancia, puesto que afecta la salud humana y causa daños en el ambiente, ello se debe a las diversas actividades económicas realizadas para producir bienes. Un tipo de contaminación es la atmosférica que se caracteriza por la alteración de sus componentes, debido a aquellas sustancias nocivas que son introducidas a la atmosfera, producto de numerosas industrias, con el fin de reducir sus costos, vulnerando la calidad del aire.

Los países que están en vías de desarrollo realizan sus procesos productivos, de manera informal, sobre todo los de pequeña escala. Una de las actividades es la fabricación de ladrillos artesanales y, en la actualidad, la leña es la principal fuente de energía para la producción de ladrillos, el mismo que genera grandes cantidades de emisiones de contaminantes atmosféricas, producto de la combustión incompleta de la leña, generando impactos negativos al ambiente y afectando la salud humana.

Pocas investigaciones se centran en comprender las emisiones generadas por los combustibles utilizados para la fabricación de ladrillos artesanales, por tanto, es necesario evaluar combustibles alternos que puedan reducir la cantidad de emisiones que generan las ladrilleras artesanales, teniendo en cuenta su potencial energético.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, esta investigación pretende dar a conocer a cinco combustibles alternos para la fabricación de ladrillos artesanales en el distrito de San Jerónimo de Tunan. Los combustibles alternos que se consideraron son los residuos de la caña de azúcar, algodón, maíz, trigo y cebada; siendo estos residuos eficientes en la reducción de la emisión de contaminantes atmosféricos, asimismo, se obtiene la energía necesaria para la producción de ladrillos.

En el capítulo I, se formula o plantea el problema de investigación dando a conocer la afectación ambiental generada por la producción de ladrillos artesanales, ya que muchas de estas son informales por lo cual no son fiscalizadas y sus emisiones no tienen ningún tipo de control o tratamiento. Para ello, esta investigación plantea la utilización de cinco combustibles alternos.

En el capítulo II, se recolectaron todos los antecedentes relacionados con el problema y la alternativa de solución que se plantea, evidenciando, así, la viabilidad de la investigación y sirviendo de base para este. En los antecedentes se pudo observar que los residuos agrícolas propuestos tienen un potencial energético beneficioso para

considerarlo como combustible. Por ello, dentro de este capítulo también se detallan algunos conceptos que apoyarán el desarrollo de la investigación, así como también las definiciones de algunos términos que se emplearon durante el proceso de investigación.

En el capítulo III, se determinó la metodología, el diseño y la población de la investigación. La metodología empleada en este estudio es el método científico, en cuanto al tipo de investigación es aplicada, porque se enfoca en la solución de un problema ambiental, respecto del diseño es cuasiexperimental, debido a que la muestra llega a ser las 39 ladrilleras no fueron seleccionadas aleatoriamente.

En el capítulo IV, se aprecian los resultados de la investigación después de realizar los cálculos pertinentes; también se detalla la descripción de los datos obtenidos y se realiza la prueba de hipótesis. Primero, se realiza una prueba de normalidad a los datos obtenidos con el estadístico de Shapiro-Wilk, en este caso los datos no tienen una distribución normal por ser menores a 50 datos, por tanto, les corresponde una prueba no paramétrica, como es la prueba H de Kruskal Wallis, que determinará si los combustibles alternos reducen las emisiones generadas por las ladrilleras artesanales de San Jerónimo de Tunán.

Las autoras

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La contaminación atmosférica puede tener muchas definiciones según cada autor, pero todas conservando su principal esencia, en este caso según Carlos Ubila y Karla Yohannessen hacen referencia a este término como la presencia o existencia de sustancias dañinas en la atmósfera en concentraciones suficientes para producir daños en diferentes ecosistemas o la salud de los pobladores. Los contaminantes primarios y secundarios son la clasificación de los contaminantes atmosféricos, la diferencia entre estos radica principalmente que los primarios son aquellos contaminantes emitidos de una forma directa a la atmósfera y los secundarios estos se forman mediante reacciones químicas a partir de sus precursores. Según La Environmental Protection Agency (EPA) tiene como fines regulatorios, la clasificación de los contaminantes atmosféricos como contaminantes criterio y contaminante no criterio, debido a su constante variación de su naturaleza, presencia y efectos en la salud; siendo los contaminantes criterio aquellos que por su naturaleza se encuentran presentes casi en todos los lugares y los cuales podemos anticipar de su peligrosidad para la salud pública y el ambiente. Las fuentes principales de los contaminantes criterio son el Material Particulado el cual proviene de la suspensión del polvo u otros materiales, Ozono el cual su emisión no es directa sino más bien la formación a partir del óxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles mediante reacciones favorecidas por la luz solar y la presencia de calor, Dióxido de Nitrógeno generada en combustiones en altas temperaturas como el tráfico vehicular, Plomo este puede provenir de fuentes industriales como fundiciones del mismo metal, Monóxido de Carbono producido por una combustión incompleta y el tráfico vehicular, Dióxido de Azufre generada en la quema de combustibles con contenidos altos en azufre y petróleo. (1)

En el continente asiático se lleva a cabo la mayor producción de ladrillos con 100 000 hornos de chimenea fija, 1 900 se encuentran funcionando en la India y 6 000 en Bangladesh, la producción de ladrillos anual es de 1 500 millones a nivel mundial; de los cuales los 1 000 millones se producen en la India, China, Pakistán, Vietnam, Nepal y Bangladesh con una representación del 90% de la producción mundial. (2)

Debido a la alta demanda de este producto a nivel mundial, se emite a gran escala los contaminantes atmosféricos que alteran la calidad del aire y por ende desequilibra el ecosistema.

En América Latina hay aproximadamente 45 000 ladrilleras, cuya producción representa del 30% al 50% de la producción total de ladrillos; en su mayoría son microempresas, que generan aproximadamente 850 000 toneladas de dióxido de carbono al año. En Perú hay 15 grandes empresas de ladrilleras industriales y 2 500 pequeñas ladrilleras artesanales. (3)

El uso de diferentes materiales como leña, madera entre otros combustibles, generan gases como CO, CO₂, NO_x, SO_x y material particulado de 2.5 y 10 micras, estos contaminantes alteran la calidad del aire afectando negativamente al ambiente y la salud del ser humano. En Colombia se realizó investigaciones sobre los diferentes contaminantes atmosféricos que se encuentran asociados en la fabricación artesanal de ladrillos. La liberación de estos contaminantes sin ningún control en un corto periodo de tiempo afecta a la vegetación en su crecimiento y en un largo periodo de tiempo genera el deterioro de ozono, el calentamiento global y el smog fotoquímico. (4) Estos contaminantes generan enfermedades como son las malformaciones congénitas, el cáncer a los pulmones, esterilidad y otras enfermedades muy graves que incluso puede llegar hasta la muerte. Un claro ejemplo es la ladrillera Santa Rita de Tacna que emitió contaminantes tóxicos a la zona aledaña de la fuente; la situación más crítica fue que se dispersaron los contaminantes a gran escala, los mismos que permanecen en el aire por tiempo indeterminado. (5)

En gran parte del Perú, el sector ladrillero informal está muy cerca de representar en un ochenta por ciento a esta industria, de las cuales sobresalen las regiones de Lima, Trujillo, Chiclayo, Piura, Ica, Arequipa y Puno. Las ladrilleras artesanales informales requieren de mano de obra durante el proceso de producción de los ladrillos, esto es algo característico de dicho sector; aunque existen diversos procesos, donde se utiliza la tecnología para reemplazar la mano de obra. A su vez este sector tiene infinidad de problemas ambientales, uno de estos problemas se debe al proceso de combustión donde se generan distintos contaminantes atmosféricos y son emitidos sin ningún tipo de control previo, como es el caso de las ladrilleras artesanales ubicadas en la localidad de Huachipa del Distrito de Lurigancho- Lima que

tiene las particularidades anteriores en términos de trabajo, sociedad y medio ambiente. (6)

La contaminación atmosférica es causada por la emisión de gases contaminantes, la atmosfera terrestre tiene como componentes a la mezcla de gases, y estas siguen presentes alrededor de la tierra. Por ello se ha convertido en una lucha constante para las pequeñas empresas o microempresas y para los seres vivos. Actualmente a nivel nacional existe un alto grado de informalidad por parte de las ladrilleras artesanales, por las técnicas que son usadas para el proceso de fabricación de ladrillos artesanales la mayor generación de contaminantes se da en la etapa de cocción, en este proceso usan combustibles con materiales que contienen alto grado de contaminación. La mayoría de las ladrilleras artesanales utilizan el método tradicional para el proceso de producción de sus ladrillos, sus hornos son construidos a fuego directo, sin chimenea o de la manera más simple a techo abierto que se utiliza para el quemado de ladrillos. Un caso particular son las regiones de Arequipa y Cusco, donde se comparó el nivel de gases contaminantes; en Arequipa se generaron 49.85 Tn/año de monóxido de carbono, 39.73 Tn/año de material particulado, 2.96 Tn/año de óxido de nitrógeno, 53.14 Tn/año de compuestos orgánicos volátiles y 0.46 Tn/año de óxido de azufre y en la región Cusco se emiten 2395.63 Tn/año de CO, 458.59 Tn/año de PM, 23.95 Tn/año de NO_x, 787.14 Tn/año de COV y 3.42 Tn/año de SO_x; Cusco es la región con alto nivel de contaminación debido a que los combustibles que usan son los plásticos, llantas, estiércol, etc.; llegando hacer muy nocivo y perjudicial para la población aledaña a la ladrillera como para el medio ambiente. (7)

La región Junín pose una población considerable de pequeños artesanos que trabaja en diferentes áreas como cerámica, bisutería, sombreros etc. Entendiéndose por artesanía como un conjunto de actividades productivas de forma manual, realizada por una persona o grupo familiar pasando de generación en generación. Esta actividad genera empleo a más de 150 000 familias en nuestra región.

En varios lugares de la provincia de Huancayo se encuentran terrenos arcillosos, necesarios para la fabricación de ladrillos artesanales, estos lugares son: San Jerónimo de Tunan, San Pedro de Saños, San Agustín de cajas, Quilcas, Hualhuas, Cullpa, Huayucachi, Palian entre otros; los hornos usados en dicha actividad para el proceso de quemado o cocción es a fuego directo, el cual emite contaminantes sin ningún tipo de control; por ende la contaminación ambiental producida por dicha

industria, es la cuarta fuente de contaminación atmosférica con más de relevancia después de la minería, botaderos de basura y tránsito vehicular en la provincia de Huancayo. (8)

Con respecto a los impactos sociales que genera esta actividad, se obtiene como resultados que el 94% de la población se ve afectada en la salud.(9) Así mismo el Programa Regional Aire Limpio considera a esta actividad como una fuente de contaminación que afecta directamente a la salud de las personas y de los propios trabajadores.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación de los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?
- ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de $PM_{2.5}$ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?
- ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?
- ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO_2 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de $PM_{2.5}$ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO_2 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Ambiental

Actualmente las ladrilleras artesanales usan la leña como un combustible indispensable en el proceso de fabricación de ladrillos artesanales en el distrito de San Jerónimo de Tunan, en consecuencia este recurso se está agotando debido a que su capacidad de consumo es mayor al de su producción, así mismo esta industria informal genera emisiones contaminantes como (PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO, CO_2) en cantidades significativas que afecta al aire, estos contaminantes se encuentran suspendidas en la atmosfera y cuando llueve descenden sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos; por ello esta investigación se centra en evaluar sus diversos combustibles alternos que a su vez son alternativas energéticas. Uno de los puntos importantes es determinar la cantidad de emisión de los contaminantes que emiten cada una de las combustibles alternos, contribuyendo así a la protección del ambiente mediante la reducción de emisiones de los contaminantes atmosféricos generados en esta actividad, debido a que estos contaminantes son perjudiciales para el ambiente.

1.3.2. Social

En las últimas décadas las ladrilleras artesanales han demostrado diversos efectos adversos, el cual trasciende a la sociedad; si no se aplican soluciones alternas,

este sería un tema de gran importancia y de mayor envergadura, un claro ejemplo es la población aledaña a las ladrilleras artesanales de San Jerónimo de TUNÁN que son afectados directamente por las emisiones de los contaminantes que libera esta industria a la atmosfera. Esta investigación contribuirá de manera positiva, mejorando la calidad de vida de la sociedad.

1.3.3. Económico

Con esta investigación se pretende generar economía circular, buscando revalorizar los combustibles alternos (residuos orgánicos) de manera eficiente para generar beneficios a los artesanos encargados de la fabricación de ladrillos.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

El empleo de los combustibles alternos reduce las emisiones generadas en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo comparadas con el empleo del combustible actual.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de $PM_{2.5}$ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO_2 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

1.5. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Unidad de Medida	Tipo de Variable	Escala de Medición	
Variable Independiente	Combustibles Alternos	Residuos de maíz					
		Residuos de trigo					
		Residuos de la caña de azúcar	Masa del residuo	Tn	Cuantitativa-Continua	Razón	
		Residuos de algodón					
		Residuos de cebada					
Variable Dependiente	Reducción de emisiones de contaminantes	Contaminante primario generado por la combustión incompleta, que es muy perjudicial para la salud humana afectando directamente el sistema respiratorio.	CO	Cantidad de emisión del monóxido de carbono	Tn/año	Cuantitativa-Continua	Razón
		El dióxido de carbono es un contaminante que puede darse en una combustión completa y a altas cantidades es toxico.	CO ₂	Cantidad de emisión del dióxido de carbono	Tn/año	Cuantitativa-Continua	Razón
		Son un conjunto de partículas pequeñas que se encuentran en suspendidos en el ambiente producto de una actividad antropogénica o de forma natural.	PM _{2.5} y PM ₁₀	Cantidad de emisión del material particulado	Tn/año	Cuantitativa-Continua	Razón

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos

Danny W. Núñez Camargo en el artículo científico titulado “Using agricultural waste for the production of biofuels (departamento del Meta – Colombia)” tiene como objetivo analizar la posibilidad de transformar residuos agrícolas como palma de aceite, caña de azúcar, caña de panelera, café, maíz, arroz, banano y plátano para generar una fuente de energía para el departamento de Meta, esta transformación de biomasa puede realizarse mediante la obtención de biocombustibles como: biodiesel, etanol y biogás o pueden ser utilizadas como biocombustibles sólidos, estos productos podrían obtenerse por procesos termoquímicos y bioquímicos; teniendo en cuenta que las emisiones de los gases de efecto invernadero sean reducidos. Para lograr este objetivo se realizara la identificación de la producción agrícola del departamento en estudio, usando los volúmenes de producción y las hectáreas sembradas, luego de revisar la cantidad de los residuos en la Secretaria de Agricultura del Meta y también el Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia y el informe disponible por el grupo de productores; obteniendo como resultado que el departamento de Meta posee 313 105 Ha de suelos agrícolas; los cultivos de arroz posee 65 456 Ha, la cantidad de residuos generados es de 901 466 Tn/año con un potencial energético de 3 994.19 TJ/año; así mismo los cultivos de café posee 3 683 Ha, la cantidad de residuos generados es de 12 776 Tn/año con un potencial energético de 124.20 TJ/año y los cultivos de maíz posee 22 565 Ha, la cantidad de residuos generados es de 110 473 Tn/año con un potencial energético de 1 186.37 TJ/año. En conclusión, existen residuos suficientes para ser reutilizados como fuente de energía en el departamento de Meta. (10)

Mario Aldana y otros en su artículo “Evaluación del potencial energético de los residuos de la caña de azúcar en el Perú”, tiene como objetivo desarrollar un análisis de factibilidad de los residuos de la caña de azúcar para generar energía; por ello se buscó información de antecedentes históricos, obteniendo que en el año 2013, el bagazo de la caña de azúcar produce 20405 TJ como energía no comercial, así mismo la producción anual de la caña de azúcar ha ido en aumento del año 2006 al 2013, siendo el poder calorífico de dicho residuo 20 MJ/kg, por otro lado la cantidad de residuos y energía que será aprovechable se obtuvo a través de la

Producción con Recursos Energéticos, existiendo aproximadamente once ingenios de azúcar en un área de alrededor de 82 205 Ha. Resultando que el rendimiento promedio de la caña de azúcar fue de 127.8 kg/Ha, teniendo 16 001.20 Tn del cultivo del mismo que se obtiene 2 240.17 Tn de los residuos de la caña de azúcar al año; Llegando a la conclusión que una hectárea cosechada de caña de azúcar genera aproximadamente 14.98% de residuos de este cultivo, afirmando que Perú posee gran capacidad de generación de energía a partir de los residuos de la caña de Azúcar. (11)

Conrado García y otros en su artículo titulado “Potencial energético de la paja de trigo en el Valle de Mexicali”, tuvo como objetivo estimar y evaluar la energía que será liberada a través de la combustión del residuo de trigo, que se encuentra ubicado en el Valle de Mexicali; el trigo es uno de los cultivos más importantes en el mundo, ya que es un alimento primordial para los seres humanos; en el año 2010, el área de siembra de trigo en Baja California tuvo una representación de un 14.4% del área de siembra de trigo a nivel nacional y el 43.4% del área agrícola del estado, representando 101 161 hectáreas, equivalentes a 89 152 hectáreas en el Valle de Mexicali; como principal residuo de la cosecha es la paja de trigo, solo el 15% tiene usos múltiples, y el 85% restante se considera como residuo sólido, que se quema en el sitio; esta práctica inapropiada se utiliza para eliminar alrededor de 553 188 toneladas de paja de trigo. Desde una perspectiva energética, dicho valor representa una opción atractiva de biomasa residual debido al gran volumen disponible y al alto contenido energético; por esta razón, este trabajo muestra los resultados de la evaluación del proceso del poder calorífico de la paja de trigo es 17.3 MJ/kg, por otra parte otro método alternativo para convertir la paja de trigo es procesarla en combustible, como bioetanol o biogás, con potenciales de producción de biogás es 3.91 PJ y de bioetanol de 4.04 PJ; por tanto llega a la conclusión que desde el punto de vista energético, la paja de trigo producida en el Valle de Mexicali es muy atractiva por el gran volumen y alto contenido energético de este material. (12)

Marcos Coronado y otros en su artículo de investigación titulado “Emisiones de la quema de Paja de Trigo en el Valle Mexicali, 1987-2010”, tiene como objetivo estimar las emisiones de los contaminantes generados en la quema de la paja de trigo in situ a cielo abierto en el Valle Mexicali entre los años 1987-2010; en México específicamente en Mexicali se encuentra el cultivo de trigo considerado a nivel nacional como el tercero con mayor proporción de superficie cultivada, teniendo 87 724 Ha entre los años 2009 y 2010; de ello el 85% de los residuos del cultivo de

trigo lo queman en el mismo lugar a cielo abierto con el fin de preparar la tierra para el próximo cultivo, este genera gran implicancia con respecto a la emisión de enormes cantidades de contaminantes atmosféricos. A través del inventario EPA AP-42 se estimará las cantidades de emisión de tres contaminantes (PM, CH₄ Y CO). Resultando que en el año 1987 tuvo una emisión de 25 370 ton de material particulado, a diferencia del año 2010 que se emitieron 41 913 ton de material particulado, teniendo un aumento del 65%, asimismo del metano y monóxido de carbono que fue 19 973 y 63 9140 ton respectivamente. Por otro lado, la energía de la paja de trigo es desaprovechado teniendo en el año 1987 aproximadamente 4 PJ a diferencia del año 2010 que fue 7 PJ; En conclusión, la quema de la paja de trigo genera un aumento de emisión de contaminantes, pero es muy útil a modo de biocombustible. (13)

Tamara León, Daisy Dopíco, Omar Triana y Marelis Medina en su artículo de investigación titulado “Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad” tiene como objetivo conocer los usos que hoy en día se utiliza del residuo de la caña de azúcar; por ello se realizó la recopilación de información. Mayormente los residuos agrícolas de la caña de azúcar se obtienen de dos lugares, uno de ellas es el lugar de limpieza de la caña de azúcar y el otro es en el mismo campo, encontrándose que el transporte es el más importante puesto que los residuos de la caña de azúcar es un material de muy poca densidad y al momento de la carga se ve limitada por su gran volumen y la masa es muy poca, por este mismo hecho hace que la parte económica del transportista se ve afectado y este tiene que optar por utilizar todo el espacio. Respecto a los usos de dicho residuo, este está dividido en dos partes, en primer lugar la alimentación de los animales y el segundo es con fines energéticos; sobre la alimentación de los animales se debe a que hay una necesidad, puesto que son fuente de proteína y ello ayuda a la buena digestión de los animales que mayormente son los ganados, por otra parte los residuos de la caña de azúcar tiene fines energéticos, por lo que es una necesidad básica como combustible, es decir la utilización directa de estos residuos, en este estudio se obtuvo como resultado que si los residuos tienen una humedad del treinta por ciento este llega a tener un poder calorífico de 11 600 kJ/kg y si tiene solo un por ciento el poder calorífico aumenta en a 15 800 kJ/kg, esta investigación llega a la conclusión de que los residuos de la caña de azúcar, son muy importantes, puesto que son benéficos para los seres humanos en sus usos ya sea para alimento de animales o como fuente energética. (14)

José Martillo y otros en el artículo científico titulado “Estimación de potencial energético de la tusa en la provincia de Los Ríos y Guayas, Ecuador” menciona que Ecuador produce más de un millón de toneladas métricas de maíz, principalmente en las dos provincias mencionadas, que producen 75% y cosechan 60% del cultivo de maíz; por ende, la investigación tiene como objetivo estimar el potencial energético de la tusa de maíz (GJ/Ha). Para lograr este objetivo se realiza mediante una evaluación de manera experimental del volumen de los residuos que se genera y la característica energética del combustible tusa de maíz para la evaluación del poder calorífico. Teniendo como resultado que, en las provincias de Los Ríos y Guayas, la cosecha de maíz es de 0,186 ton de tusas/ton de maíz y con un potencial energético de 15.72 GJ/ha cosechada. Concluyendo que la generación de maíz es 0.741 toneladas de tallos/toneladas de maíz, 0.277 toneladas de raíces/toneladas de maíz, 0.461 toneladas de hojas/toneladas de maíz y 0.186 toneladas de tusas/toneladas de maíz, para un total de 1.992 tonelada de residuos/ton de maíz. (15)

Gabriel Pena y otros en su artículo científico titulado “Potencial energético de rastrojos cerealeros” menciona que los residuos agrícolas son una fuente de energía y a su vez ayuda en la reducción de los gases de efecto invernadero, en Uruguay los cultivos de mayor producción y por ende hay mayor generación de residuos agrícolas son los rastrojos de maíz, trigo y cebada. El objetivo de esta investigación es estudiar el potencial energético y la disponibilidad de los principales residuos de cultivos en mención en Uruguay; para lograr este fin se realiza la caracterización de la disponibilidad de la biomasa residual, la densidad del residuo y el potencial energético de los residuos agrícolas, este se calcula con el producto de la masa de residuo (Kg/año) por el poder calorífico del residuo (MJ/Kg). Obteniendo como resultado que la densidad de los rastrojos cerealeros del maíz, trigo y cebada son (3100-4500 kg/ha / 51,4-73,4 GJ/ha), (2.300-3.500 kg/ha / 37,8-53,5 GJ/ha) y (1.600 - 2.700 kg/ha / 27,3-44,7 GJ/ha), poder calorífico de 16.2 MJ/Kg, 16,1 MJ/Kg y 16,6 MJ/Kg, de un potencial energético de 9 TJ, 32 TJ y 6 TJ al año respectivamente. Concluyendo que el trigo representa un gran potencial energético en esta investigación.(16)

Lukas Kratky y Tomas Jirout en su artículo titulado “Modelling of particle size characteristics and specific energy demand for mechanical size reduction of wheat straw by knife mill”, tiene como objetivo modelar la demanda de energía, mediante el uso de un modelo físico como es la reducción del tamaño de la paja de trigo procesada en un molino de cuchillas; el método experimental se realizó en un

laboratorio con un molino de cuchillas, para que puedan evaluar el tamaño de partículas se hizo mediante la ecuación de distribución de Rosin – Rammler – Sperling - Bennet (RSSB), un tamiz tambor y la velocidad periférica del motor, con ello se pudo determinar la demanda de energía que trata de medir la potencia activa de trituración en el tiempo necesario para tratar una muestra de masa determinada de la paja de trigo, el resultado que se obtuvo es que la paja de trigo a una base humedad de 4.6% se vuelve más frágil, por lo tanto con la ecuación de RSSB se aplica el modelo de demanda de energía específica para la reducción mecánica del tamaño de trigo; la investigación llega a la conclusión de que el modelo RSSB es el más adecuado para predecir y describir el tamaño de partículas teniendo como requisito energético de 0.7 ml. y 76320 KJ. (17)

2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis

Jorge L. Gaya y José L. Gomezcoello en la tesis titulada “Análisis comparativo de la contaminación atmosférica producida por la combustión en ladrilleras artesanales utilizando tres tipos de combustibles”, el proceso de combustión debe ser equilibrado entre la cantidad del combustible y del oxígeno; las ladrilleras artesanales tienen deficiencias en este tema debido a que el combustible no brinda la energía suficiente por lo que libera mayor emisiones de gases; por este motivo la investigación tiene como objetivo determinar los contaminantes atmosféricos generados por las ladrilleras artesanales, con el fin de proponer iniciativas para la reducción de emisiones producidas en el proceso de cocción de los ladrillos. La metodología propuesta, parte de la recolección de datos de manera insitu, realizándole a 270 ladrilleras artesanales, las mismas que usan la leña de eucalipto para la cocción de los ladrillos artesanales obteniendo una producción de ladrillos de 2 305 000 al año, para determinar la cantidad de emisión de cada contaminante fue necesario obtener los factores de emisión de la leña, estos son proporcionados por la Agencia Ambiental de los Estados Unidos y el consumo del combustible que se obtiene mediante el producto de volumen-densidad y producción de ladrillo, estos datos sirven para elaborar un inventario de emisiones de las ladrilleras artesanales para evaluar los cambios en el tiempo, por otro lado esta investigación realizó en laboratorio creando un horno a escala que cumple con las mismas características de las ladrilleras donde se usaron tres tipos de combustibles, leña de eucalipto, leña de eucalipto-GLP y leña-diésel, midiéndose las concentraciones de cada combustible con el equipo de medición de eficiencia energética TESTO 350 M/XL. El resultado de las cantidades de los contaminantes emitidos producto del proceso de fabricación de ladrillos artesanales, para el

contaminante CO es 49,85 Tn/año, PM10 (39.73 Tn/año), VOC (53.14 Tn/año), SO₂ (0.46 Tn/año), NOX (2.96 Tn/año), y los resultados del laboratorio de la leña de eucalipto tiene un total de 12 356.5 mg/Nm³, leña-GLP 10 291.5 mg/Nm³ y leña-diésel fue 11 488.9 mg/Nm³. Se llegó a la conclusión que el contaminante CO emite en mayor proporción usando el combustible tradicional y para la segunda evaluación se obtuvo que la leña-diésel tiene una concentración menor en comparación con los combustibles. (18)

Carlos Acevedo y Hermerson Rojas en la tesis titula “Cuantificación del potencial energético de los residuos agrícolas de la caña de azúcar en el departamento de Cundinamarca”, indica en su objetivo obtener la cantidad del potencial energético de aquellos residuos generados por la caña de azúcar en la región Cundinamarca, para llegar a ese fin fue necesario un antecedente necesario llamado estadísticas agropecuarias y la investigación del trapiche de la misma región. Lo primero que se realizó fue buscar las características de producción de la región Cundinamarca dando como resultado que la caña de azúcar es la de mayor producción, la investigación se realizó en un área de estudio, que fue un trapiche del municipio de Villeta, en este lugar se obtuvo una muestra de caña de azúcar con un peso de 101.93 kilogramos, luego se pasó a un molino que tiene como fin de separar el jugo y obtener el residuo de bagazo, una vez terminado, el residuo se tuvo un peso de 42.86 kg; por otro lado se realizó de manera experimental el poder calorífico del bagazo de la caña de azúcar resultando 18 022 KJ/Kg por tanto el potencial energético por hectárea de la caña es de 67.08 Mcal, siendo el 20% para el procesamiento de alcohol, el 40% es del bagazo y 40% es desperdicio, es decir lo que es dejado en el campo; en el año 2013 la región Cundinamarca tuvo una producción del cultivo de la caña de azúcar de 1 514 878 Tn/año, el residuo generado fue el bagazo con una masa de 7 008 873 Tn/año y un potencial energético de 76 871.65 TJ/año, otro residuo que también son generados por la caña de azúcar son las hojas-cogollo siendo la masa de producción del residuo 8 525 718 Tn/año con un potencial energético de 41 707.22 TJ/año. Concluyendo que de 1 Tn de caña de azúcar, se obtiene 420 kilogramos o 0.42 Tn de residuos de bagazo y con un potencial energético de 7 569 240 KJ. (19)

Juan Ruiz Ruiz, en su tesis titulada “Potencial energético de los residuos sólidos de caña (*Saccharum officinarum*) y cacao (*Theobroma cacao*) en las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo, región Ucayali; 2015”, tiene como objetivo obtener el potencial energético de aquellos residuos generados tanto de la caña de azúcar como los residuos del grano de cacao en la provincia de Coronel

Portillo y en la provincia de Padre Abad, el lugar de la investigación para el cacao fueron usadas cinco parcelas y respecto a la caña de azúcar se usaron de 2 empresas azucareras; el método de investigación fue de forma descriptiva en el cual se tomaron mediante entrevistas a la población aledaña, es decir a los agricultores que producen cacao y también a las empresas azucareras; puesto que con ello, se tendrá el rendimiento, producción y el factor del residuo, el potencial energético de cada residuo se realizara mediante una ecuación matemática, que es el producto del área cultivada por el rendimiento por el factor de generación de residuos por el factor de humedad por el poder calorífico inferior; el resultado de la investigación fue que en 1 tonelada de la caña de azúcar existe un treinta y tres por ciento de residuo que es el bagazo y para una 1 tonelada de cacao hay 2 toneladas de residuos de cacao, respecto al potencial energético en el departamento de Coronel Portillo el residuo del bagazo tiene un potencial energético de 38.46 TJ y del residuo del cacao tiene un potencial energético de 21.71 TJ y para el departamento de Padre Abad el potencial energético de los residuos de cacao y caña de azúcar son 55.16 TJ y 20.45 TJ respectivamente. Se llega a la conclusión de que el potencial energético depende del área de cultivo, el rendimiento, los factores de generación y el poder calorífico inferior. (20)

Catherine Cabrera en su tesis titulada "Evaluación del potencial energético de los residuos de maíz (*Zea mays*), para propuesta de aprovechamiento en el cantón Guano" menciona que en la provincia de Chimborazo uno de los principales cultivos es el maíz, producido en la Sierra Ecuatoriana, debido a que se siembran al año 25 000 ha de maíz. Es así que el objetivo de esta investigación es evaluar el potencial energético de los residuos de maíz (*Zea mays*), para proponer el aprovechamiento en el cantón Guano, para lograr tal fin se realizó de manera experimental, en primer lugar se calculó la producción total del residuo de maíz, midiendo la superficie cosechada, registrando el número de plantas por metro cuadrado, cantidad total de la planta, tamaño de la planta y el peso de producción total de residuos de maíz; en segundo lugar se calculó la densidad de los residuos de maíz para posteriormente preparar las muestras para determinar la humedad, porcentaje de ceniza; y finalmente determinar el poder calorífico mediante diferentes tecnologías como es la pirolisis, gasificación, digestión anaeróbica, licuefacción, fermentación y combustible. El resultado de esta investigación tuvo que la densidad promedio que se obtuvo en cañas fue 466,94 kg/m³, en hojas 230,28 kg/m³ y en tusas 268,05 kg/m³; porcentaje de humedad de 72,62% en cañas, 69,10% en hojas y 78,29% en tusas. Porcentaje de ceniza en cañas de maíz fue de

5.44%, hojas 14.27% y tusas 2.09%; la tecnología usada para determinar el poder calorífico fue mediante combustión obteniendo los valores de 16584 J/g en cañas, 16432 J/g en hojas y 16573 J/g en tusa. Concluyendo que los residuos de maíz son aprovechados de manera sostenible y amigable con el medio ambiente puesto que reduce emisiones de CO₂, no genera lluvias ácidas y evita la degradación y erosión del suelo. (21)

Christian C. Serrato Monroy y Verónica Lesmes Cepeda en su tesis titulada “Metodología para el cálculo de energía extraída a partir de la biomasa en el departamento de Cundinamarca, Colombia” menciona que Colombia tiene condiciones para desarrollar investigaciones de temas energéticos rurales puesto que el país se centra en la producción de residuos agrícolas, es así que la investigación tiene como objetivo desarrollar un método para realizar la estimación del poder calorífico del residuo agrícola en el departamento de Cundinamarca. Para lograr este fin se realizó con el cultivo de maíz, teniendo como residuos el rastrojo, para posteriormente modelarlo matemáticamente y obtener el potencial energético a partir de la relación que existe entre el poder calorífico del residuo y peso del residuo, para ello es necesario la producción del cultivo de maíz, superficie cosechada y el rendimiento. Resultando que la producción del cultivo de maíz es 34 625.58 t/año, superficie cosechada es 12 330 ha/año y el rendimiento es 2.8 t/ha, así mismo teniendo como resultado que el potencial energético del rastrojo de maíz es 318 conclusión el rastrojo de maíz genera un alto potencial energético en el departamento de Cundinamarca. (22)

Nuria Paredes Asensio en su tesis titulada “Análisis de los parámetros que afectan sobre la viabilidad de una planta de producción de pellets” cuyo objetivo es evaluar las posibles alternativas que puedan ser viables para una planta productora de pellets; los residuos evaluados fueron aserrín, cascarilla de arroz, algodón, zuro de maíz, chopo (astilla), corteza de eucalipto, pino pinaster (acículas), pino Insignis (aserrín, astilla y corteza), girasol (residuos), vid (sarmiento, ramilla de uva y orujo de uva) y olivo (ramas, hueso, pulpa y orujillo) estos residuos después de haber sido transformado en pellets son combustionados para poder determinar su poder calorífico de forma experimental mediante una bomba calorimétrica normalizado por la CEN/TS 14918. Como resultado de estos análisis obtuvieron que las cascarilla de arroz tiene un poder calorífico de 17.007 KJ/Kg, residuos de algodón 18.939 KJ/Kg, aserrín 19.260 KJ/Kg, chopo 19.409 KJ/Kg, corteza de eucalipto 18.960 KJ/Kg, acículas de pino pinaster 21.373 KJ/Kg, de pino pinaster 21.373 KJ/Kg, aserrín de pino pinaster 20.087 KJ/Kg, astilla de pino pinaster 19.855 KJ/Kg,

corteza de pino pinaster 21.373 KJ/Kg, residuos de girasol 16.986 KJ/Kg, zuros de maíz 18.532 KJ/Kg, sarmiento de vid 19.580 KJ/Kg, ramillas de uva 19.408 KJ/Kg, orujo de uva 20.420 kJ/kg, ramas de olivo 19.584 KJ/Kg, hueso de olivo 20.749 KJ/Kg, pulpa de olivo 20.749 kJ/kg y orujillo de olivo 20.341 KJ/Kg. (23)

Cristian Javier Rivas Covili, en su tesis titulada “Valorización energética de los residuos agrícolas en el sector productivo de la IX Región en Chile” cuyo objetivo es investigar el aprovechamiento energético de los residuos agrícolas de la región de Chile; la metodología utilizada para esta investigación consta de la determinación del poder calorífico de la paja de los cereales debido que en la región de La Araucanía es una de las mayores productoras de cereales como son: la cebada, avena, arroz, trigo y triticale, por otra parte también se notó que los residuos que se quedan en la chacra son quemadas en un 90%. Se obtuvo como resultados que los residuos de arroz, avena, cebada, maíz, trigo y triticale poseen una Energía Residual de Cereal (es equivalente del IC y PCI) de 24.1; 24.3; 17.7; 17.2; 17.4 y 34.7 MJ/Kg respectivamente, por lo tanto se concluye que si se tiene una mayor energía residual del cereal este llega a hacer un indicador de una mayor producción de energía generada por los residuos de los mencionados cereales (24)

2.1.1. Antecedentes encontrados en libro

El estudio realizado por la Secretaria general de agricultura, ganadería y desarrollo rural cuyo título es “Potencial energético de la biomasa residual y ganadera en Andalucía”, esta investigación tuvo como objetivo, estimar la biomasa producida por la agroindustria, la metodología propuesta para cumplir con el objetivo, está basada en materiales brindados por el Sistema de Información Geográfica (SIG) respaldada por un variado conjunto de fuentes de información geográfica y alfanumérica SIGPAC, siendo estas muy detalladas y precisas. La densidad energética superficial agrícola y ganadera, el potencial de producción de biomasa residual fueron recopiladas de dos campañas, del año 2005 en el mes de junio y el año 2006 en el mes de Julio; los cultivos con los que trabajo este estudio es el girasol, cebada, centeno, avena, trigo y maíz debido que cuentan con mayor superficie sembrada y el más representativo de los cereales es el trigo y sus residuos más comunes son hojas, cañote, rastrojos y paja; en cuanto oleaginosas el girasol representa más del 37,6 % de la superficie nacional de cultivo, dentro de los cultivos industriales se encuentra la remolacha azucarera y el algodón y entre otros. Los resultados obtenidos para el sector agrícola muestran que la biomasa

agrícola anual sería de 8 000 000 Tn convertido esto a potencial energético sería 2.6 millones de tep/ año, de este total el cultivo herbáceo representa un 67%. (25)

2.1.1. Antecedentes encontrados en sitios Web

En el mes de diciembre del año 2019 se registró una variación en el índice de la producción agropecuaria de 7.08% que se debió a un incremento en la actividad agrícola siendo el algodón rama uno de los productos agrícolas que incidió en este aumento con un 23.04%, este producto alcanzó una cifra récord de 58 000 toneladas producidas, superando así la producción del año 2018 en un 31.93% en dicho año solo se produjo 44 000 toneladas, el incremento más importante se observaron en Arequipa 8.29%, Ica 6.48%, Lima 21.36%, Piura 84.49%, Ancash 105.27%, Lambayeque 196.12% estos departamentos representan un 99% de la producción nacional del algodón rama, según el informe técnico presentado por el INEI. (26) En años anteriores a los mencionados se alcanzó a producir cerca de 160 000 toneladas, pero esto tuvo bajas debido a la permanente caída de los precios; la producción de algodón rama es estacional en el departamento de Ica su producción se concentra en los meses de abril y mayo, el incremento de producción se ve más significativo en el mes de marzo a mayo, no obstante, en el departamento de Piura su producción se concentra entre agosto y diciembre (27).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Contaminación

Se comprende por contaminación a la existencia de sustancias o formas de energía indeseables en el suelo, el agua o el aire, cuya concentración es suficiente para perjudicar la salud, el confort y el bienestar de las personas, asimismo al uso y goce de todo lo que haya sido contaminado. Es decir, si el medio ambiente o los medios ambientales (aire, agua o suelo) tienen un impacto negativo sobre él, se contaminará (energía en forma de materia, ruido, calor, etc.). Si algo no causa un impacto negativo, no se dirá que el medio ambiente se ha contaminado, por supuesto, nunca se convertirá en un contaminante. Por lo tanto, la contaminación del aire, el agua y el suelo están estrechamente relacionados entre sí y no pueden separarse. Como se muestra en la Figura 1, los contaminantes se transfieren fácilmente de un medio a otro, lo que complica la solución al problema de la contaminación. (28)



Figura 1. Bosquejo de la relación propuesta entre los contaminantes 3 de vectores ambientales (aire, agua y suelo). Tomada de "Medio ambiente y contaminación. Principios básicos", por Encinas. 2016, p. 3.

2.2.1.1. Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es la existencia de sustancias en el aire o de formas de energía que incluye daño, riesgo o puede tener una grave molestia tanto para los seres humanos y el medio ambiente. (28) Asimismo está directamente relacionado con nuestro estilo de vida moderno, la construcción y planificación urbana, producción ineficiente de los productos que consumimos y los servicios que necesitamos para el confort, los medios de transporte de un lugar a otro, y la energía que utilizamos para calentar e iluminar la casa y el trabajo. (29)

2.2.2. Contaminantes atmosféricos

Los contaminantes de la atmosfera son aquellos elementos o diversos compuestos químico como son los naturales o artificiales que pueda permanecer en el aire o arrastrarse, lo que representa riesgos, daños o graves malestares para cualquier ser humano y propiedad en la naturaleza. Lo que puede estar de forma líquida, sólida y gaseosa. (28)

2.2.2.1. Monóxido de carbono

Es aquel contaminante más abundante que se encuentra en la troposfera. Por otro lado, el monóxido de carbono es un gas inodoro, incoloro y no tiene sabor; además permanece en un tiempo de 2 a 4 meses. Es insoluble en el agua. (28)

El monóxido de carbono es generado a través de la combustión incompleta de aquellos combustibles al existir una cantidad insuficiente de oxígeno, dando como producto CO en lugar de CO₂. Por ellos tanto los procesos industriales como los vehículos que tienen motor, representan un aproximado de los ochenta porcientos de la generación de emisiones hacia la atmosfera. Pero, de la misma manera se genera quemando leña residencial dentro de la casa, que se utiliza para calefacción, cocinas, humo de cigarrillos y calentadores de agua. (29)

2.2.2.2. Dióxido de carbono

El contaminante dióxido de carbono es aquel gas incoloro, inodoro y demasiado soluble en el agua. Pero si se encuentra en altas concentraciones es considerado como contaminante. El tiempo en la atmosfera es entre los años 50 y 200. (28)

2.2.2.3. Material particulado

El material particulado contiene varias sustancias, incluidos metales, carbono elemental y orgánico, sulfatos y nitratos. (30) Las llamadas partículas en suspensión se refieren a partículas con un diámetro inferior a 0,1 µm e inferior a 5 a 10 µm. Dichas partículas se suspenden por horas o hasta podrían estar días, cuanto más grandes son las partículas, están tienen una caída muy rápida las partículas más grandes caen rápidamente próximas de la fuente donde se generan. (31)



Figura 2. Comparación del tamaño de partícula con el pelo. Tomada de la “Guía de la calidad del aire educación ambiental”, por el Ministerio del medio ambiente del Gobierno de Chile, 2018, p. 18.

2.2.3. Fuentes de los contaminantes

Los contaminantes pueden provenir de procesos naturales o acciones y actividades humanas. Por tanto, según la naturaleza de las fuentes de emisión, se pueden clasificar como fuentes biológicas o antropogénicas. (29)

2.2.3.1. Fuentes biogénicas

Debido a los acontecimientos de contaminación causados por fenómenos naturales. Estos incluyen incendios forestales, erupciones, volcánicas, descomposición de la vegetación, erosión, y tormentas de arena.

2.2.3.2. Fuente antropogénica

Debido a los acontecimientos de contaminación causados por fenómenos naturales. Estos incluyen incendios forestales, erupciones, volcánicas, descomposición de la vegetación, erosión, y tormentas de arena. (29)

2.2.3.2.1 Fuentes fijas

Pertenecen a las fuentes ubicadas en un lugar físico específico, inamovible y definido. Son consideradas a las emisiones generadas por la combustión de combustibles causadas por las actividades industriales y residenciales. (29)

2.2.3.2.2 Fuentes móviles

Pertenecen a fuentes que sí pueden desplazarse: están relacionadas con las emisiones de gases del desgaste de los neumáticos, los frenos, los tubos de escape, y de diversos tipos de vehículos a motor como automóviles, motocicletas, autobuses y camiones. (29)

2.2.4. Consecuencias de la contaminación atmosférica

Las presencias de elementos contaminantes en la atmosfera pueden afectar al ecosistema o a sus componentes.

2.2.4.1. Problemas en la salud

Los contaminantes atmosféricos en su gran mayoría son perjudiciales para la salud del ser humano, este dependerá de la concertación y el tiempo de contacto con este para determinar el grado de peligrosidad de cada uno.

PM: Penetra al organismo por las vías respiratorias; las partículas torácicas PM₁₀ penetran más allá de la laringe llegando hasta la región traqueo bronquial, en cuanto al material particulado de 2.5 mm son capaces de acceder hasta los alveolos pulmonares. (30)

CO: El monóxido de carbono es generada por la combustión incompleta, este gas es inodoro e incoloro, en una alta exposición a este contaminante el monóxido de carbono puede provocar la formación de carboxihemoglobina, reduciendo así la capacidad de la sangre para transportar oxígeno ocasionando así una coloración de la piel de rojo brillante, dificulta la respiración, provocando así convulsiones, colapso, coma hasta la muerte. (5)

2.2.4.2. Problemas en el medio ambiente

PM: El PM_{2.5} provocan una disminución de la visibilidad al formar brumas, estos también pueden ser transportado por el viento a largas distancias pudiendo instalarse en el agua y suelo. (32)

CO: Este gas posee consecuencias sobre el clima, debido a que contribuye a la formación de gases de efecto invernadero, en un periodo de 3 meses este contaminante se ira oxidando lentamente formando así el dióxido de carbono.(32)

2.2.5. Ladrilleras artesanales

Dentro del sector industrial están las ladrilleras, se actúa en el proceso de explotación con yacimientos del material de arcilla, con ello se consigue la materia prima, de la misma manera, se obtiene instrumentos de trabajo para la molienda y también de la mezcla. (33)

2.2.5.1. Tipos de proceso de fabricación

El proceso de fabricación de las ladrilleras tiene tres tipos, y está realizada por la Norma Técnica Peruana.

2.2.5.1.1 Artesanal

Son aquellos procesos de fabricación de ladrillos que se lleva a cabo de manera manual, además en la etapa de amasar o moldear se realiza de la misma manera. Por tanto, aquellos ladrillos artesanales se determinan a través del cambio de una unidad a otra. (34)

2.2.5.1.2 Semi Industrial

Son aquellos procesos de fabricación de ladrillos hechos a mano, pero en la etapa de moldear se utiliza maquinarias básicas para la generación de la arcilla, este tipo de ladrillo se representa con superficie lisa. (34)

2.2.5.1.3 Industrial

Son aquellos procesos de fabricación de ladrillos que son usadas con maquinarias en todas las etapas, este ladrillo industrial se representa por la uniformidad. (34)

2.2.5.2. Proceso productivo de los ladrillos

El proceso productivo de los ladrillos son los siguientes:

2.2.5.2.1 Extracciones de la arcilla

Se ubica a pocos metros de la ladrillera, generalmente la tierra se encuentra dentro de la propiedad del mismo productor de la ladrillera, para realizar la mezcla de la materia prima (arcilla) y este no está dentro de su predio, es necesario comprar la materia prima de un comercial cercano y ello es colocado muy cerca a la ladrillera ya que esto ayudara a disminuir la distancia y además del tiempo en el que se va a transportar. (35)

2.2.5.2.2 Preparación de la mezcla

Este proceso es el más importante para la fabricación de los ladrillos, el producto obtenido dependerá de su fineza en este caso es la resistencia, su aspecto y otros. Hay algunos principios que se debe considerar como es la calidad de la materia prima, además debe estar cercano a una vía de tránsito. Por otra parte, la materia prima debe encontrarse como es de trituración, la homogenización y finalmente el lugar de acopio. (35)

2.2.5.2.3 Moldeado

Es la etapa en el cual se realiza la producción de los ladrillos, dicha etapa se basa en el llenado de la mezcla en los moldes, luego pasa a la compactación realizados con las manos, y finalmente para despojar el excedente se utiliza un palo de forma cilíndrica. (35)

2.2.5.2.4 Secado

Esta etapa es basada en la separación del líquido (agua) que está unida en la mezcla (pasta). Lo primero es el proceso de pre-secado, dicho proceso es ceder un tiempo determinado una vez que este moldeado, ya que tendrá una pérdida de humedad, este tiempo va a depender de su velocidad de transmisión que dependerá del tamaño, largo y su forma de poro que contiene la arcilla. Por otra parte, el secado dependerá de las condiciones climáticas del lugar de procedencia y si es necesario se puede colocar en los hornos. (35)

2.2.5.2.5 Cocción

Esta etapa se basa en que los ladrillos serán secados en condiciones con alta temperatura en el horno, ello es para obtener mejor las propiedades tanto físicas como mecánicas, esto es debido a que la arcilla si no está cocida, estas propiedades son demasiadas bajas. Durante la etapa de cocción, el ladrillo ya seco no se podrá resquebrajar al someterse por el fuego.

Para la etapa de la cocción se considera 3 procesos:

- El precalentamiento es a una temperatura de 200 °C, esta etapa se suprime de manera física el agua que está unida en la arcilla.
- El calentamiento es a una temperatura de 700 °C, esta etapa se suprime de manera química el agua que está unida en la arcilla.

- El proceso de maduración del ladrillo que es a una temperatura de 900 a 1000°C. (35)

2.2.5.2.6 Enfriamiento

Este el proceso final, pues la temperatura disminuye entre la etapa de cocción hasta lo normal; se realiza entre las temperaturas de 500 a 600°C ello es para obtener la dureza, como la tenacidad y además del color de las piezas que serán vitrificadas. (35)

En la siguiente Figura 3 se observa el proceso de fabricación de ladrillos artesanales:



Figura 3. Proceso de fabricación de ladrillos.

2.2.6. Combustión

El termino combustión es aquel conjunto entre el proceso físico y el químico, en ese momento dicho combustible se podrá oxidar, debido a la existencia del oxígeno, de esta manera se desprenderá tanto el calor, es decir la llama como también la luz, además de los diversos productos químicos que son el resultado de la reacción. Por tanto, en el momento de oxidarse el C (carbono), este reacciona en dióxido de carbono, entonces si hay una cantidad de dióxido de carbono que se emite esta tendrá el aumento de su concentración de C con dicho combustible, por

ello no es necesario el uso del carbón, butano entre otros ya que estos son ricos en C.

2.2.6.1. Tipos de Combustión

Existen dos tipos de combustión:

- **Combustión Completa:** Si generalmente todo el combustible usado se oxida y como resultado se obtiene gases como es agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2) y dióxido de azufre (SO_2); este tipo de combustión se produce por la cantidad de oxígeno ya sea igual o mayor a lo necesario de la reacción. (36)
- **Combustión Incompleta:** Es cuando el combustible no se oxida, por ello hace que se genere gases que son difíciles de quemar como es monóxido de carbono, sulfuro de hidrogeno, hidrogeno entre otros; en este caso dicha combustión se realiza con menor oxígeno a lo que es necesaria. (36)

2.2.7. Combustible

Combustible es aquella materia que tiene la capacidad de librar energía, con aspecto de calor al reaccionar con el oxígeno.

2.2.7.1. Tipo de combustible

De acuerdo con su estado de agregación, los tipos de combustibles se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos; encontrándose la biomasa de los residuos agrícolas dentro de los combustibles sólidos. (36)

2.2.7.1.1 Combustibles sólidos

Son aquellos combustibles que tienen un volumen y forma definida puesto que la fuerza de atracción molecular es mayor a lo que origina el movimiento molecular; estos combustibles pueden ser obtenidos natural o artificialmente, por medio de procesos químicos de los residuos o por la descomposición térmica de los mismos. Encontrándose la biomasa de cada residuo agrícola en este estado del combustible.

a) Biomasa sólida

Es de aprovechamiento eléctrico y térmico de cualquier material orgánico de procedencia vegetal o animal, como los residuos generados por una especie de cultivo, los mismos son usados para fines energéticos.

- Residuos de Cebada

La paja de cebada tiene aceptabilidad y valor nutritivo para los animales que la paja de trigo. La facilidad que tiene un alimento para digerir la materia orgánica, este puede fluctuar entre 45 y 50%. (37)

- Residuos de maíz

El residuo de maíz es todos aquellos considerados como biomasa residual agrícola herbácea y su clasificación es biomasa lignocelulosa, debido a la predominación de las células de hemicelulosa, holicelulosa y lignina. (38)

- Residuos de caña de azúcar

El bagazo es el residuo de materia que queda luego de que a la caña de azúcar se le extrae el jugo azucarado. Esos restos poseen una gran cantidad de fibras, otra parte de los residuos está compuesto también por las hijas de la caña y cogollos. (14)

- Residuos de trigo

Este residuo está compuesto por tallos y hojas o como común mente se llama paja, otro de sus residuos son las glumas de los granos, lo que se evidencia cuando el trigo pasa por la trilla. (39)

- Residuos de algodón

La planta de algodón se cultiva principalmente por sus semillas y fibras. La fibra de hilo, filamento es empleada en la producción textil (hilo, telas, etc.); los linters vienen a ser los filamentos más cortos el mismo que se procesa para obtener fibras de celulosa para la fabricar el papel. (39)

Así mismo el aceite extraído de la semilla puede ser utilizado como aceite de comer y aprovechar la torta del algodón como forraje, la cáscara de la semilla puede ser aprovechable como cama para ganados, forraje crudo, como abono o combustible.(39)

2.2.7.1.2 Combustibles líquidos

Son aquellos combustibles que no tiene una forma definida, pero el volumen se mantiene puesto que la fuerza de atracción molecular es

menor a lo que origina el movimiento molecular; la gasolina; gasóleo, petróleo entre otros pertenecen a este estado del combustible.

2.2.7.1.3 Combustibles gaseosos

Son aquellos combustibles que poseen un volumen y forma variable, este produce presión sobre los lados del recipiente que lo contiene puesto que la fuerza de atracción molecular es menor a lo que origina el movimiento molecular. En este grupo se encuentra el gas natural es un combustible que contamina menos produciendo 57% menos de CO₂ en comparación con el carbón y 34% comparado con el gasóleo.

2.2.8. Producción agrícola

2.2.8.1. Trigo

El trigo es un cultivo muy importante para la población aledaña a la zona andina, ya que es este cultivo es la principal fuente de alimento para los propios agricultores, el trigo necesariamente se cultiva de 2 500 a 3 500 m.s.n.m. en épocas secas. (40) Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática informo que el Índice de producción en el mes de diciembre del año 2019 fue de 7,08% debido a un incremento en la actividad agrícola uno de los productos más representantes que contribuyeron a este aumento fueron: trigo 78,01%; sandía 96,92%; maracuyá 150,32% y entre otros productos. (41)

A nivel nacional en Perú, la mayor producción en el año 2019 de trigo, es la región de La Libertad con 61 859 toneladas, superficie cosechada de 29 771 ha y un rendimiento de 2 078 kg/ha, en el segundo lugar se encuentra la región de Cajamarca y el que le sigue es Cusco; sin embargo la región Junín no se queda atrás ya que tiene una producción de 7 829 toneladas, una superficie cosechada de 3 844 ha y un rendimiento de 2 037 kg/ha como se muestra en la

Tabla 1; en esta región las provincias más representativas son Concepción con un 12.8%, Huancayo 41.7%, Chupaca 21.9%, Jauja 23.2% y otros con el 0.4% . (42) (43).

Tabla 1

Cultivo de trigo por Regiones en el año 2017, 2018 y 2019.

REGIÓN	TRIGO								
	Superficie Cosechada (ha)			Producción (tn)			Rendimiento (Kg/ha)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Amazonas	420	461	132	415	456	124	989	6 325	943
Ancash	12 102	12 877	11 123	12 069	12 911	11 223	997	12 655	1 009
Apurímac	4 776	4 597	5 169	8 671	9 114	11 865	1 815	8 704	2 295
Arequipa	1 328	1 400	1 503	9 183	9 362	9 481	6 915	18 718	6 308
Ayacucho	9 006	9 766	9 451	10 551	14 169	12 682	1 172	5 724	1 342
Cajamarca	27 558	26 776	26 087	28 791	28 238	26 119	1 045	2 802	1 001
Cusco	9 800	9 255	9 111	17 262	16 483	17 157	1 762	17 190	1 883
Huancavelica	4 679	3 992	4 267	7 255	6 190	6 724	1 551	11 073	1 576
Huánuco	8 267	7 992	8 186	10 534	10 257	11 218	1 274	8 180	1 370
Ica	77	32	16	145	61	42	1 899	14 477	2 616
Junín	5 152	4 784	3 844	10 843	10 163	7 829	2 105	11 988	2 037
La Libertad	29 732	29 940	29 771	61 444	62 601	61 859	2 067	11 894	2 078
Lambayeque	1 730	1 232	934	1 490	1 132	817	861	7 824	875
Lima	124	243	183	180	690	264	1 452	15 305	1 444
Provincias									
Lima	2	2	2	15	15	15	7 590	13 248	7 700
Metropolitana									
Loreto	-	-	-	-	-	-	-	4 251	-
Madre de Dios	-	-	-	-	-	-	-	6 589	-
Moquegua	95	101	73	107	116	83	1 126	16 230	1 138
Pasco	199	210	210	290	314	325	1 459	13 351	1 546
Piura	11 209	11 481	9 156	11 331	11 126	9 019	1 011	6 000	985
Puno	1 372	1 493	1 414	1 492	1 669	1 613	1 087	8 556	1 141
San Martín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tacna	14	10	3	29	21	9	2 071	13 134	3 000
Tumbes	-	-	-	-	-	-	-	6 261	-
Ucayali	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: ha=hectáreas; tn=toneladas; Kg/ha=Kilogramos por hectárea. Adaptado del Ministerios de Agricultura y Riego, 2017, p.216-217,2018, p.217-218, 2019, p. 219-220.

2.2.8.1.1 Usos

La paja de trigo es utilizada con alimento para el ganado en temporadas de sequía; en estudios realizados quedo comprobado que la paja de trigo contiene un valor nutritivo inferior a 3.4% y cuenta con 43 % de nutrientes digeribles siendo este menor a lo requerido para ganados de engorde, lo ideal sería 8% en valor nutritivo y un 55% en nutrientes digeribles, otra de sus desventajas radica en su lenta degradación en el rumen. (44)

2.2.8.2. Algodón

El algodón es de la familia Malvaceae del género *Gossypium*, en el Perú la especie más representativa es la *Gossypium Barbadense* L. conocido como

algodón pardo y algunos otros ecotipos; la morfología de la planta del algodón es simple, teniendo una variante en la fenología según su especie y según la influencia de factores ambientales. El fruto de esta planta tiene forma decapsula con variaciones alargadas, esféricas u ovoides; en cuanto a su tiempo de maduración el algodón demora aproximadamente 50 días para su maduración. (45) En la región de Ica se registró en el año 2019 una producción de 32 204 toneladas de algodón con un rendimiento del cultivo de 2 882 Kg/Ha en una superficie cosechada de 11 176 hectáreas como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Cultivo de algodón por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.

REGIÓN	Algodón								
	Superficie Cosechada (ha)			Producción (tn)			Rendimiento (Kg/Ha)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ancash	307	700	507	1 801	1 423	2 921	6 667	2 033	5 761
Apurímac	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arequipa	270	395	443	1 583	1 762	1 908	5 864	4 462	4 308
Ayacucho	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cusco	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huancavelica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huánuco	64	-	-	37	-	-	578	-	-
Ica	5 542	-	11 176	15 064	-	32 204	2 718	2 935	2 882
Junín	0	-	-	0	-	-	-	-	-
La Libertad	0	-	50	0	-	205	-	-	4,100
Lambayeque	168	-	2 957	170	-	7 116	1 012	2 276	2 406
Lima Provincias	949	-	912	2 830	-	2 764	2 982	3 627	3 030
Lima	3	3	3	3	9	9	1 013	2 837	2 927
Metropolitana									
Loreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madre de Dios	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piura	505	1 793	2 680	1 699	5 945	10 968	3 364	3 316	4 093
Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín	1	-	-	1	-	-	1 200	-	-
Tacna	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tumbes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ucayali	101	163	146	145	235	213	1 430	1 441	1 459

Nota: ha=hectáreas; tn=toneladas; Kg/ha=Kilogramos por hectárea. Adaptado del Ministerios de Agricultura y Riego, 2017, p.323-324, 2018, p.324-325, 2019, p. 325-326.

2.2.8.2.1 Uso

Los residuos de la cosecha de algodón son las capsulas inmaduras y brotes, lo cual es destinado para los animales como forraje o cama para

los establos y también pueden ser utilizados como combustible sólido para cocinas.

2.2.8.3. Maíz

El cultivo del maíz es el más indagado por los estudios científicos, además es uno de los cultivos más resistentes en las diversas condiciones climáticas. Dicho cultivo se siembra en climas templados, sin embargo, puede adaptarse tanto en climas calurosos como fríos. (46) El maíz choclo a nivel nacional de Perú en el año 2019, la primera región que tiene mayor producción es Junín obteniendo 75 193 toneladas, seguida de Lima provincias y la región Ancash con (51 706 y 49 132 toneladas) respectivamente como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Cultivo de maíz choclo por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.

REGIÓN	MAIZ CHOCLO								
	Superficie Cosechada (ha)			Producción (tn)			Rendimiento (Kg/ha)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Amazonas	981	876	921	5 779	5 542	6 058	5 889	6 325	6 581
Ancash	4 450	3 994	3 915	49 483	50 544	49 132	11 120	12 655	12 550
Apurímac	2 338	2 284	2 167	28 130	19 879	18 482	12 034	8 704	8 529
Arequipa	1 918	1 937	1 992	35 737	36 257	37 555	18 633	18 718	18 853
Ayacucho	1 565	1 824	1 994	8 566	10 440	10 420	5 473	5 724	5 226
Cajamarca	6 112	7 901	8 481	17 023	22 139	22 424	2 785	2 802	2 644
Cusco	2 225	2 399	2 125	39 302	41 240	35 764	17 664	17 190	16 830
Huancavelica	568	803	1 503	5 757	8 892	15 601	10 141	11 073	10 380
Huánuco	603	762	771	4 880	6 229	6 354	8 096	8 180	8 239
Ica	1 349	1 278	1 364	15 721	18 495	20 019	11 654	14 477	14 682
Junín	5 639	7 819	6 498	63 554	93 736	75 193	11 271	11 988	11 573
La Libertad	836	1 074	1 180	10 013	12 774	13 820	11 985	11 894	11 711
Lambayeque	2 391	3 279	2 409	27 690	25 656	19 524	11 581	7 824	8 105
Lima Provincias	2 363	2 796	3 190	34 741	42 793	51 706	14 702	15 305	16 209
Lima Metropolitana	48	51	70	633	676	943	13 195	13 248	13 476
Loreto	5 019	5 335	3 602	21 341	22 678	15 306	4 252	4 251	4 249
Madre de Dios	10	11	-	60	72	-	6 000	6 589	-
Moquegua	52	48	50	725	779	753	13 940	16 230	15 068
Pasco	833	759	831	13 785	10 134	12 179	16 548	13 351	14 655
Piura	190	70	341	1 140	420	1 959	6 000	6 000	5 745
Puno	16	18	-	139	154	-	8 675	8 556	-
San Martín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tacna	201	186	106	2 602	2 443	1 453	12 945	13 134	13 708
Tumbes	323	479	375	2 058	2 997	2 422	6 369	6 261	6 464
Ucayali	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: ha=hectáreas; Tn=toneladas; Kg/ha=Kilogramos por hectárea. Adaptado del Ministerios de Agricultura y Riego, 2017, p.151-152, 2018, p. 152-153, 2019, p. 153-154.

2.2.8.3.1 Uso

Los residuos de maíz o también llamado chala de maíz pertenece al grupo de las gramíneas, caracterizadas por sus flores panojas o espigas este tipo de forraje verde contienen gran cantidad de agua, proteínas, vitaminas, carbohidratos y entre otros nutrientes necesarios para la alimentación y reproducción de ganados; la chala de maíz es uno de los residuos con mayor acogida y demanda para la alimentación de los ganados. El porcentaje de proteína que contiene este residuo es de 7.7% y de fibra un 21.4%. (45)

2.2.8.4. Caña de azúcar

La caña de Azúcar es una planta gramínea conocida por su capacidad de acumulación de azúcar en el tallo en la etapa de maduración, este cultivo es de gran importancia a nivel mundial debido a la producción de azúcar y derivados que consume la población en general; a nivel nacional el departamento con mayor producción en el año 2019 es La libertad con 5 514 278 Toneladas de caña de azúcar, 38 717 Hectáreas de superficie cosechada y con un rendimiento de 142 427 Kg/ Ha; así mismo el segundo departamento con mayor producción es Lambayeque con 2 566 492 Toneladas de caña de azúcar, 26 362 Hectáreas de superficie cosechada y rendimiento de 97 356 Kg/Ha, como se muestra en la

Tabla 4.

La Libertad es una región donde cultivan aproximadamente 98 especies; ocupado por el 5.5% del total de área cultivada por a los cultivos permanentes, encontrándose en este tipo de cultivo la caña de azúcar. (47)

Tabla 4.

Cultivo de caña de azúcar por regiones en el año 2017, 2018 y 2019.

REGIÓN	Caña de Azúcar								
	Superficie Cosechada (ha)			Producción (ton)			Rendimiento (Kg/Ha)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ancash	7 321	6 874	7 101	904 749	870 729	957 461	123 577	126 666	134 839
Apurímac	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arequipa	568	545	605	52 224	55 859	64 633	91 864	102 571	106 785
Ayacucho	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cusco	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huancavelica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huánuco	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Libertad	34 078	35 055	38 717	4 473 133	4 795 513	5 514 278	131 260	136 801	142 427
Lambayeque	24 065	27 600	26 362	2 489 374	2 648 009	2 566 492	103 442	95 941	97 356
Lima Provincias	11 492	11 707	11 847	1 480 137	1 528 325	1 525 064	128 802	130 552	128 735
Lima Metropolitana	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madre de Dios	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piura	-	3 058	1 842	-	437 743	274 978	-	143 145	149 315
Puno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tacna	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tumbes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ucayali	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: ha=hectáreas; tn=toneladas; Kg/ha=Kilogramos por hectárea. Adaptado del Ministerios de Agricultura y Riego, 2017, p.328-329, 2018, p. 328-329, 2019, p. 329-330.

2.2.8.4.1 Uso

El bagazo de la caña de azúcar tiene una fuente de uso, que es materia prima que ayuda a procrear algunos implementos de la belleza de cualquier hogar. (48) Por otra parte en las costas de Perú se admite que hay un treinta por ciento de dicho residuo son dejado en el campo, ya que se debe a sus características del medio ambiente, además por su método de riego y otros. (47) Asimismo el bagazo de la caña de azúcar es muy bueno como alimento ya que son fuente de energía disponible para los ganados, a pesar de ello, solo se considera subproducto de esta industria y finalmente este residuo es usado como fuente energética es decir como combustible para las personas que tienen bicharra.

2.2.8.5. Cebada

La cebada es un cereal de mucha importancia para los animales y personas, es el cuarto cultivo con más producción a nivel mundial; a nivel nacional el departamento de Junín en el año 2019 se produjo 16 850 toneladas de cebada, 9 145 Hectáreas de superficie cosechada y con rendimiento de 1 844 Kg/Ha; así mismo el departamento con mayor producción a nivel nacional en ese mismo año es La libertad con 57 853 Toneladas, 27 513 hectáreas de superficie cosechada y con un rendimiento de 2 103 Kg/Ha como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.

Cultivo de cebada por regiones en el año 2017, 2018 y 2019

REGIÓN	CEBADA								
	Superficie Cosechada (ha)			Producción (ton)			Rendimiento (Kg/Ha)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Amazonas	179	188	29	204	211	31	1 142	1 127	1 077
Ancash	6 566	6 783	5 529	6 525	6 821	5 554	994	1 006	1 005
Apurímac	5 083	4 491	5 390	10 012	9 257	13 575	1 970	2 061	2 519
Arequipa	320	264	219	943	660	717	2 948	2 500	3 275
Ayacucho	12 984	12 963	12 900	15 218	17 576	16 821	1 172	1 356	1 304
Cajamarca	10 233	10 899	10 693	9 129	9 952	9 570	892	913	895
Callao	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cusco	13 572	14 783	13 831	24 071	27 190	26 429	1 774	1 839	1 911
Huancavelica	14 406	14 389	15 887	23 726	22 742	25 091	1 647	1 581	1 579
Huánuco	5 977	6 008	6 211	7 971	8 387	9 017	1 334	1 396	1 452
Ica	112	71	40	238	183	112	2 129	2 578	2 800
Junín	10 734	10 408	9 145	21 025	20 355	16 859	1 959	1 956	1 844
La Libertad	26 537	26 307	27 513	55 761	56 136	57 853	2 101	2 134	2 103
Lambayeque	60	76	40	52	64	33	867	842	833
Lima	146	193	136	283	667	243	1 938	3 458	1 793
Provincias									
Lima	1	-	3	5	-	15	5 050	-	5 017
Metropolitana									
Loreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madre de Dios	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	154	148	96	168	171	111	1 092	1 155	1 151
Pasco	121	160	147	184	261	224	1 518	1 634	1 521
Piura	332	337	351	297	281	302	895	834	860
Puno	25 625	24 779	24 404	27 156	26 295	27 742	1 060	1 061	1 137
San Martín	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tacna	-	3	-	5	6	-	1 667	2 000	-
Tumbes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ucayali	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: ha=hectáreas; tn=toneladas; Kg/ha=Kilogramos por hectárea. Adaptado del Ministerios de Agricultura y Riego, 2017, p.99-100, 2018, p. 100-101, 2019, p. 102-103.

2.2.8.5.1 Uso

En general la paja de cebada viene a ser aquellos residuos de la gluma del producto y tallos delgados, los mismos que son utilizados como forraje para los animales principalmente los ganados, cama de establo para los animales, techado de casa estos son cubiertas vegetales secos construidas artesanalmente y por último como combustible para cocinas mejoradas. (49)

2.2.9. Herramienta de residuos agrícolas

Cuando directamente son quemados los residuos agrícolas, se obtiene energía, asimismo si pasa por los procesos tanto mecánicos como térmicos, se tendría como resultado el biocombustible en forma sólida estas pueden ser: briquetas, carbón vegetal o los llamados pellets, puesto que, al pasar por los procesos ya mencionados, se mejora su capacidad energética. Por lo tanto, esta herramienta tiene como fin de evaluar aquellas cantidades de los residuos que están disponibles para generar energía. (50)

2.2.10. Energía

La energía una magnitud física que se manifiesta en diferentes formas, esta magnitud está presente en todas las actividades que realizamos teniendo en común la capacidad de transformar, producir efectos y cambios; la definición más común de la energía manifiesta que es la capacidad para hacer trabajo. La manifestación de la energía podría darse en forma de energía nuclear, reacciones químicas, calor, movimiento del aire, luz, electricidad y entre otros. (51)

2.2.11. Poder calorífico

El poder calorífico de combustible es la cantidad de calor por una unidad de masa que es liberado durante la combustión del combustible, con presión constante y a una temperatura de 25 °C, obteniendo productos en su estado de oxidación. Por otro lado, el poder calorífico es cuando hay combustión completa y esta es desprendida como energía; o más común el combustible sólido es el que genera vapor, pero en poca cantidad. Según el estado de los productos, se tiene dos tipos: (52)

Por otra parte, el poder calorífico representa el valor absoluto de la entalpia, siendo representado en la Ecuación (1).

$$\text{Poder calorífico } |h_e| \left[\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right] (\text{combustible}) \quad (1)$$

2.2.11.1. Poder calorífico superior (PCS)

Cuando el agua formada en la combustión está condensada, por tanto, incluye el calor latente. Por otro lado el calor producido mediante la combustión, la forma del es líquida, e otras palabras la calor generada será aprovechada por el oxígeno existente de dicho combustible.(52)

2.2.11.2. Poder calorífico inferior (PCI)

Cuando el agua formada en la combustión está en forma de vapor condensado, por tanto, no incluye el calor latente. Asimismo, el poder calorífico inferior es cuando el calor que se genera es a través de la combustión completa, es decir el vapor es originado por la combustión del agua y por ellos es el más utilizado. (52)

2.2.12. Potencial Energético

Este potencial energético es la energía presente en la naturaleza o la capacidad de producir energía en función al poder calorífico y la cantidad de biomasa; el poder calorífico depende de cantidad de lignina y celulosa que el residuo o biocombustible contenga siendo representado en la Ecuación (2). (53)

$$PE = (A) * (PC) \quad (2)$$

Donde:

PE: Potencial energético (MJ/año)

A: Masa de residuo seco (Kg/mes)

PC: Poder calorífico por unidad de masa (MJ/Kg)

2.2.13. Evaluación de emisiones

Según la Guía Técnica para la Medición, Estimación y Calculo de las Emisiones al Aire, nos indica que existen tres métodos para determinar las emisiones.

2.2.13.1. Medición

Se realiza en periodos cortos y de medidas puntuales utilizando métodos normalizados o aceptados aun sea necesario realizar cálculos para transformar los resultados. Son resultados de controles directos en procesos específicos, basadas en mediciones reales.(54)

2.2.13.2. Calculo

Este método determina las emisiones, se realiza mediante cálculos aceptados nacional e internacionalmente. Para este cálculo es necesario conocer sobre el consumo de combustible (la cantidad o masa usada en el proceso de cocción), tasa de producción y el factor de emisión de cada material o combustible a utilizar; para cálculos más complicados es necesario conocer variables como los cálculos basados en el balance de masas. (54)

2.2.13.3. Estimación

La estimación de las emisiones, estas pueden ser deducidos de las mejores hipótesis u opiniones autorizadas siendo estas consideradas como estimaciones no normalizadas, no basadas en referencias disponibles publicadas; en la Figura 4 se muestra la jerarquía de la estimación de emisiones. (54)

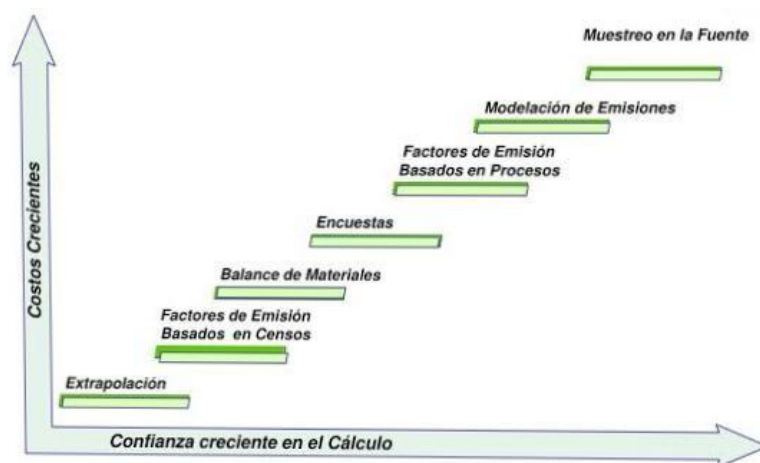


Figura 4. Jerarquía de estimación de emisiones. Tomado del «Manual del programa de inventarios de emisiones de México», por Radian Corporation, 1996, p. 4.

2.2.14. Factor de emisión

Es la relación entre una unidad de actividad y la cantidad de los contaminantes que son emitidos hacia la atmósfera. Los factores de emisión se clasifican en basados en procesos y basados en censos. (55)

2.2.14.1. Basados en procesos

Estos se usan por lo general para el desarrollo de estimaciones en fuentes puntuales, con frecuencia son mezclados con informaciones de una actividad obtenida a través de una encuesta o del balance de materiales, en la imagen Figura 5. La fuente para consulta más extensa para factores de emisión basados en procesos, es el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors. (55)

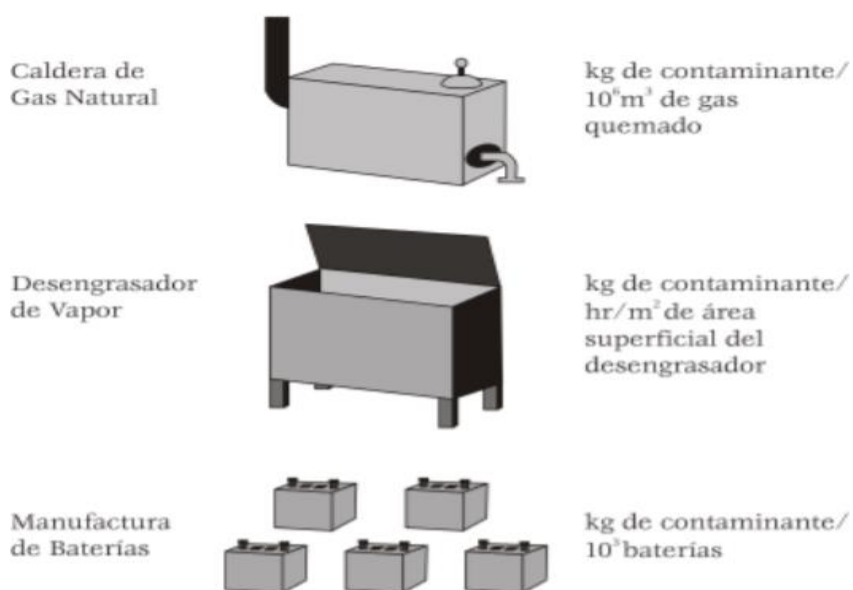


Figura 5. Factor de emisión basado en procesos. Tomado del «Manual del programa de inventarios de emisiones de México», por Radian Corporation, 1996, p. 87.

2.2.14.2. Basados en censos

Es eficiente este método para fuentes numerosas y emisoras dispersas que no se caracterizan rápidamente con solo conocer las tasas de proceso, de alimentación de materiales y/o consumo de combustible cuyo ejemplo se muestra en la Figura 6. (55)

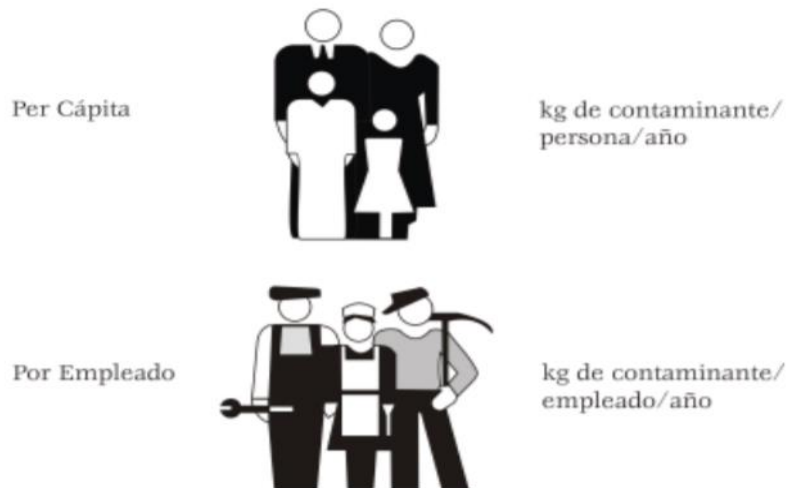


Figura 6. Factor de emisión basado en censos. Tomado del «Manual del programa de inventarios de emisiones de México», por Radian Corporation, 1996, p. 87.

Se determina la Cantidad de emisión mediante la Ecuación (3):

$$E = A \times EF \quad (3)$$

Donde:

E = Tasa de Emisión

A = Tasa de Actividad (producción, población, etc.)

EF = Factor de Emisión (Kg/unidad de tasa de actividad)

2.2.15. Estaciones lluviosas y secas

a) Época de lluvia

Según el Instituto Geofísico del Perú en el proyecto de investigación cuyo título es “Eventos meteorológicos extremos (sequias, heladas y lluvias intensas) en el valle del Mantaro” con el objetivo de fortalecer la capacidad de manejo del riesgo ante eventos meteorológicos; en esta investigación realizaron el análisis del clima del valle del Mantaro haciendo uso de las estaciones de Huayao, Ingenio, Jauja, Viques y Santa Ana, determinando así que los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre son los meses más lluviosos. (55)

b) Época seca

Según el Instituto Geofísico del Perú en el proyecto de investigación cuyo título es “Eventos meteorológicos extremos (sequias, heladas y lluvias intensas) en el valle del Mantaro” con el objetivo de fortalecer la capacidad de manejo del riesgo ante eventos meteorológicos; en esta investigación realizaron el análisis del clima del valle del Mantaro haciendo uso de las estaciones de Huayao,

Ingenio, Jauja, Viques y Santa Ana, determina que los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre son los meses secos. (55)

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Contaminación atmosférica

La contaminación del aire se refiere a la presencia de sustancias, elementos o hasta la energía encontrada en la atmósfera, que llegan a causar riesgos además de los daños a la salud humana, las propiedades de la naturaleza y lo más importante el medio ambiente.(56)

2.3.2. Factor de emisión

Los FE son aquellos valores que tienen relación entre la actividad que genera la emisión y la cantidad de contaminantes que han sido emitidas. Dichos factores de emisión habitualmente se manifiesta el resultado de la división de la masa del contaminante que emite y el volumen, el peso y la duración que cualquier actividad que genera la emisión. (57)

2.3.3. Poder calorífico

El PC o valor calorífico es aquella energía que es liberada mediante el calor, si está en condiciones normales, la energía se libera en un kg o puede ser un metro cúbico de aquel combustible en el momento que se queme todo y este tiene que estar en un ambiente de presión a 101 Kpa y una temperatura de 25 °C. Por otro lado, el PC es la estimación absoluta de entalpia. (58)

2.3.4. Combustión

Es una reacción química en que se quema un compuesto, debido a la oxidación de una materia que está compuesto por nitrógeno, carbón y otros elementos; en el proceso de reacción se libera energía y se obtienen como producto el dióxido de carbono si es una combustión completa y monóxido de carbono si es una combustión incompleta, como otro de sus productos es el agua.(59)

2.3.5. Índice de productividad agrícola

Este índice establece un valor de la producción por la superficie permitiéndonos cuantificar el cambio en la producción agropecuaria calculado a nivel nacional, regional. (60)

2.3.6. Emisión

Liberación de alguna sustancia, organismo o similar en el medio ambiente producto de actividades humanas. (61)

2.3.7. Combustión

Oxidación de cualquier combustible independientemente del uso de calor o energía eléctrica productos de este proceso. (62)

2.3.8. Contaminante

Sustancia que genera en algún daño en el recurso que se emite o vierte. (63)

2.3.9. Combustible tradicional

Es el combustible que se emplea actualmente para la fabricación de ladrillos artesanales, como la leña.

2.3.10. Combustible alterno

Son aquellos combustibles que contiene diferentes residuos agrícolas empleado para reemplazar el combustible tradicional.

2.3.11. Ladrillera artesanal

Es una subindustria dedicada a la fabricación de ladrillos de forma manual sin ningún proceso mecanizado.

2.3.12. Rendimiento del cultivo

El rendimiento de cualquier cultivo es aquel que se obtiene del área que será analizado, su unidad es Tn/ha. (50)

2.3.13. Producción

Es aquella cantidad de cultivo que se va a analizar durante un año, su unidad es Tn. (50)

2.3.14. Relación residuos cultivo

Es la relación que existe entre las cantidades de residuos y producto que se obtiene del cultivo. (50)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de Investigación

3.1.1.1. Método general

En esta investigación se utilizará el método científico, debido a que es un proceso para averiguar en qué situaciones se lleva a cabo un acontecimiento específico y así descubrir nuevos conocimientos mediante la comprobación de hipótesis o desaprobación de estas que hayan sido planteadas ante la formulación del problema. (64) Asimismo, el método científico es el mejor mecanismo para poder conseguir la veracidad.

3.1.1.2. Método específico

El método específico es deductivo, según Hernández Sampieri parte de la teoría, el cual se origina en las hipótesis hasta llegar a los resultados mediante una prueba, en otras palabras va de lo general a lo particular (64), en esta investigación nos permite aplicar las leyes generales como es el método AP-42 que es necesario para obtener las cantidades de emisión para cada ladrillera de San Jerónimo de Tunan.

Esta investigación requiere datos de la producción artesanal de ladrillos de San Jerónimo de Tunan, como la cantidad de combustible que se utiliza en la etapa de horneado de ladrillo, el tipo de combustible que se emplea, y la cantidad de horneadas que se realiza al mes. Para obtener una información verídica y real se aplicó una encuesta a todas las ladrilleras existentes del distrito de San Jerónimo de Tunán.

Una vez obtenido la información requerida mediante las encuestas se procede a realizar la evaluación de la reducción de emisiones con los combustibles alternos, mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6.

Combustibles alternos

Combustible alternativo	Componentes
Residuos de maíz	Rastrojo (tallo, hojas y mazorca)
Residuos de trigo	Paja
Residuos de azúcar	Bagazo
Residuos de algodón	Tallos y cascarilla
Residuos de cebada	Paja

Nota. Los componentes representan fracciones de los residuos alternos que se pueden encontrar en las áreas agrícolas.

3.1.1.2.1 *Estimación de las cantidades de emisiones del combustible actual (leña de eucalipto)*

Para determinar la cantidad de emisión se realizará con la metodología AP-42, como se muestra en la siguiente Ecuación).

$$E = A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \quad (4)$$

De la Ecuación 4 se extrae que:

E = La cantidad de emisión del contaminante se obtiene del producto del consumo del combustible con el factor de emisión por el tiempo de horneado. **Kg/mes** equivalente **Tn/año**

A = El consumo del combustible actual se obtiene por medio de un instrumento de recolección de datos que se realizan a las ladrilleras artesanales, teniendo en cuenta el tiempo de horneado en épocas secas que se realiza 1 vez al mes por seis meses mientras en épocas lluviosas se realiza 1 horneado cada dos meses por seis meses. **Kg/mes** equivalente **Kg/año**

FE = El factor de emisión se obtiene de la compilación de información del FE de la US EPA. **(Kg del contaminante/g combustible)**

ε = es la eficiencia de reducción de emisiones en porcentaje, cuando se utiliza tecnología de reducción.

Como no existe tecnología de reducción de emisiones en el caso a evaluar, entonces $e=0$. A partir de este método se obtiene la cantidad de emisión de cada contaminante atmosférico producto de la combustión de las alternativas energéticas y el combustible actual, que serán usados en la fabricación de los ladrillos artesanales.

En la Tabla 7 se visualiza los factores de emisión de la leña, estos datos se utilizarán para determinar la cantidad de emisión.

Tabla 7:

Factor de emisión de la leña

FE (g/Kg)	Contaminantes			
	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂
Leña	126.3	17.3	2.88	1 700

Nota: FE= Factor de emisión. Tomado de «AP-42». Sección 1.9-4, Tabla 1.9-1

a) Cálculo del potencial energético

El cálculo del potencial energético es necesario para esta investigación puesto que se requiere de la energía que se consume en la etapa de horneado de los ladrillos artesanales, esta información es de vital importancia para una buena cocción de los ladrillos. por lo tanto, los combustibles alternos requieren llegar al potencial energético del combustible actual, y con ese dato se podrá obtener el consumo de cada combustible alternativo.

El cálculo para obtener el potencial energético se realizará como se muestra en la siguiente ecuación:

$$PE = A \times PC \quad (5)$$

De la Ecuación 6 se extrae que:

PE: El potencial energético es la energía presente en función a su poder calorífico y consumo del combustible, es decir en un determinado tiempo cuanta energía genera el combustible actual **MJ/año** equivale **MJ/mes**

A: El consumo del combustible actual se obtiene por medio de un instrumento de recolección de datos que se realizan a las ladrilleras

artesanales, teniendo en cuenta el tiempo de horneado en épocas secas que se realiza 1 vez al mes por seis meses mientras en épocas lluviosas se realiza 1 horneado cada dos meses por seis meses. **Kg/mes** equivalente **Kg/año**

PC: El poder calorífico del combustible actual se encuentra de revisión bibliográfica **MJ/Kg**

En la Tabla 8; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el poder calorífico del combustible actual (leña de eucalipto):

Tabla 8:

Poder calorífico del combustible actual

Combustible	Poder Calorífico (MJ/Kg)
Leña de eucalipto	12.89

Nota: Tomada de Vega-Nieva, Fernández-Lorenzo, *et al.*, 2015, p. 6.

3.1.1.2.2 Cantidad de emisión de los combustibles alternos

Para determinar la cantidad de emisión usando los combustibles alternos primero se debe determinar el consumo y el factor de emisión cada combustible alternativo.

a) Cálculo del consumo del combustible alternativo

Para llegar a obtener el consumo del combustible alternativo, es necesario despejar la ecuación 5, donde el potencial energético del combustible actual viene a ser el mismo, debido a que los ladrillos artesanales requieren de esa energía referencial para su cocción, por lo tanto, todos los combustibles alternos deben alcanzar a la energía referencial del combustible actual.

$$PE = A \times PC \quad (7)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}} \quad (8)$$

De la Ecuación 9 y 10 se extrae que:

PE: El potencial energético es la energía presente en función a su poder calorífico y consumo del combustible, es decir en un determinado

tiempo cuanta energía consume el combustible actual **MJ/año** equivale **M J/mes**

A: El consumo de cada combustible alternativo no se puede obtener mediante un instrumento de recolección de datos, dado que no existen ladrilleras artesanales que usen los combustibles alternos en su etapa de cocción. **Kg/año**

PC: El poder calorífico inferior de cada combustible alternativo se obtiene mediante revisión bibliográfica **MJ/Kg**

En la Tabla 9 se muestra el poder calorífico de los cinco combustibles alternos:

Tabla 9:

Poder calorífico de los combustibles alternos

Combustible	Poder Calorífico (MJ/Kg)
Residuos de maíz	18.45
Residuos de trigo	17.30
Residuos de caña de azúcar	20.00
Residuos de algodón	18.94
Residuos de Cebada	22.56

Nota: Adaptada de Kumar, Wang, Dzenis, *et al.*, 2008, p. 462: Coronado-Ortega, Montero—Alpirez, García-Gonzales, *et al.*, 1987-2010, 2012, p. 119: Fernandez-Rodriguez, Perez-Hernandez, Gonzales-Aguila, 2012, p. 47: Paredes-Ascencio, 2014, p. 37: Kaltschmitt- M, Thran- D, Smith- KR, 2003, p.209.

b) Cálculo de la cantidad de emisión de los combustibles alternos

Una vez obtenido el consumo de los combustibles alternos y el factor de emisión se procede a calcular la cantidad de emisión con el uso de cada combustible alternativo.

$$E = A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \quad (11)$$

De la Ecuación 4 se extrae que:

E: La cantidad de emisión del contaminante se obtiene del producto del consumo del combustible alternativo con el factor de emisión del

combustible alternativo por el tiempo de horneado. **Kg/mes** equivalente **Tn/año**

FE: El factor de emisión se obtiene de la compilación de información del FE de la US EPA. **(Kg del contaminante/g combustible)**

A: El consumo del combustible alternativo se obtiene de la ecuación 6, teniendo en cuenta el tiempo de horneado en épocas secas que se realiza 1 vez al mes por seis meses mientras en épocas lluviosas se realiza 1 horneado cada dos meses por seis meses. **Kg/mes** equivalente **Kg/año**.

En la Tabla 10 se visualiza los factores de emisión de la leña.

Tabla 10: Factor de emisión de combustibles alternos.

Factor de emisión (g/Kg)	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂
Residuos de Maíz	34.61	3.30	2.70	1 747.80
Residuos de Trigo	28.85	4.07	2.54	1 812.49
Residuos de Caña de azúcar	25.70	1.81	1.19	1 617.98
Residuos de Algodón	75.81	13.37	8.22	1 690.41
Residuos de Cebada	33.31	1.77	1.19	1 692.64

Nota: Tomada de la INECC-SEMARNAT, 2016, p.53-59

1. Obtención de las cantidades de emisiones de PM₁₀

Combustible actual: Para este cálculo se considera dos las estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (12)$$

$$E = 1\,000 \frac{\text{Kg de COMB}}{\text{horneado}} \times 17.3 \frac{\text{g de PM}_{10}}{\text{Kg de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 17\,300 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 17.3 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 51.9 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (13)$$

$$E = 1\,000 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 17.3 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 17\,300 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 17.3 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 103.8 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 103.8 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} + 51.9 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

$$E = 155.7 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000Kg}$$

$$E = 0.1557 \frac{Tn \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

El potencial energético se determina mediante la *Ecuación 5*, requiere del consumo de combustible actual que se muestra en el ANEXO N°13 y el poder calorífico del combustible actual que se muestra en la Tabla 8.

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos

artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$PC = A \times PC \quad (14)$$

$$PE = 1\,000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 12.89 \frac{MJ \text{ del COMB}}{Kg \text{ de COMB}}$$

$$PE = 12\,890 \frac{MJ \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneadas}}{\text{año}}$$

$$PE = 38\,670 \frac{MJ \text{ de COMB}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$PC = A \times PC \quad (15)$$

$$PE = 1\,000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 12.89 \frac{MJ \text{ del COMB}}{Kg \text{ de COMB}}$$

$$PE = 12\,890 \frac{MJ \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneadas}}{\text{año}}$$

$$PE = 77\,340 \frac{MJ \text{ de COMB}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina el potencial energético total al año con la suma de los dos resultados de cada estación.

$$PE = 38\,670 \frac{MJ \text{ de COMB}}{\text{año}} + 77\,340 \frac{MJ \text{ de COMB}}{\text{año}}$$

$$PE = 116\,010 \frac{MJ \text{ del COMB}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 1 (residuos de maíz): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (16)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alterno}_1} \quad (17)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.45 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 698.6450 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año.

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (18)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 3.30 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 2\,305.5285 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 2.3055 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 6.9166 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (19)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 3.30 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 2\,305.5285 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 2.3055 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 13.8332 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 6.9166 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} + 13.8332 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

$$E = 20.7498 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} \times \frac{1\,Tn}{1000Kg}$$

$$E = 0.0207 \frac{Tn \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 2 (residuos de trigo): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 2 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (20)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_2} \quad (21)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{\text{horneada}}}{17.30 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{Kg}}$$

$$A = 745.0867 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (22)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 4.07 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 3\,032.5029 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 3.0325 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 9.0975 \frac{Kg \text{ } PM_{10}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (23)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 4.07 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 3\,032.5029 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 3.0325 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 18.1950 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 9.0975 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} + 18.1950 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

$$E = 27.2925 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000 Kg}$$

$$E = 0.0279 \frac{Tn \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 3 (residuos de caña de azúcar): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 3 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (24)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_3} \quad (25)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{20 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 644.5000 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (26)$$

$$E = 644.5000 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1.81 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,166.5450 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1.1665 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 3.4995 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (27)$$

$$E = 644.5000 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1.81 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,166.5450 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1.1665 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 6.9990 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 3.4995 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} + 6.9990 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

$$E = 10.4985 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000\,Kg}$$

$$E = 0.0105 \frac{Tn \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 4 (residuos de algodón): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 4 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (28)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alterno}_4} \quad (29)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.94 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 680.5702 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (30)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 13.37 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 9\,099.2236 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 9.0992 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 27.2976 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (31)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 13.37 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 9\,099.2236 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 9.0992 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 54.5952 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 27.2976 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} + 54.5952 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

$$E = 81.8928 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000 Kg}$$

$$E = 0.0819 \frac{Tn \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 5 (residuos de cebada): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 5 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (32)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_5} \quad (33)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{22.56 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 571.3652 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (34)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1.77 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,011.3164 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1.0113 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 3.0339 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (35)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1.77 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,011.3164 \frac{g \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1.0113 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 6.0678 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 3.0339 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} + 6.0678 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

$$E = 9.1017 \frac{Kg \text{ de } PM_{10}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000\,Kg}$$

$$E = 0.0091 \frac{Tn \text{ de } PM_{10}}{\text{año}}$$

2. Obtención de las cantidades de emisiones de PM_{2.5}

Combustible actual: Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (36)$$

$$E = 1\,000 \frac{\text{Kg de COMB}}{\text{horneado}} \times 2.88 \frac{\text{g de PM}_{2.5}}{\text{Kg de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 2\,880 \frac{\text{g de PM}_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\text{ Kg}}{1000\text{g}} \right)$$

$$E = 2.88 \frac{\text{Kg de PM}_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 8.64 \frac{\text{Kg de PM}_{2.5}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (37)$$

$$E = 1\,000 \frac{\text{Kg de COMB}}{\text{horneado}} \times 2.88 \frac{\text{g de PM}_{2.5}}{\text{Kg de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 2\,880 \frac{\text{g de PM}_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\text{ Kg}}{1000\text{g}} \right)$$

$$E = 2.88 \frac{\text{Kg de PM}_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 17.28 \frac{\text{Kg de PM}_{2.5}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 8.64 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} + 17.28 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

$$E = 25.92 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} \times \frac{1 Tn}{1000 Kg}$$

$$E = 0.0259 \frac{Tn \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 1 (residuos de maíz): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual, los resultados del PE del combustible actual se encuentran en la Tabla 16 y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (38)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_1} \quad (39)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.45 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 698.6450 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (40)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 2.70 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,886.3415 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 1.8863 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 5.6590 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de hornear son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (41)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 2.70 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,886.3415 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1\,000g} \right)$$

$$E = 1.8863 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 11.3178 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 5.6590 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} + 11.3178 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

$$E = 16.9768 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} \times \frac{1\,Tn}{1000\,Kg}$$

$$E = 0.0170 \frac{Tn \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 2 (residuos de trigo): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (42)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_2} \quad (43)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{17.30 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 745.0867 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (44)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 2.54 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,892.5202 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1\,000g} \right)$$

$$E = 1.8925 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 5.6776 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (45)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 2.70 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,892.5202 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1\,000g} \right)$$

$$E = 1.8925 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 11.3551 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 5.6776 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} + 11.3551 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

$$E = 17.0327 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}}$$

$$E = 0.0170 \frac{Tn \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 3 (residuos de caña de azúcar): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (46)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alterno}_3} \quad (47)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{\text{horneada}}}{20 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{Kg}}$$

$$A = 644.50 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (48)$$

$$E = 644.50 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1.19 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 766.9550 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 0.7667 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 2.3009 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (49)$$

$$E = 644.50 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 2.70 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 766.9550 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 Kg}{1\,000g} \right)$$

$$E = 0.7667 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 4.6017 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 2.3009 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} + 4.6017 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

$$E = 6.9026 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ Tn}}{1000Kg}$$

$$E = 0.0069 \frac{Tn \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 4 (residuos de algodón): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (50)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_4} \quad (51)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.94 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 680.5702 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (52)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 8.22 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 5\,594.2870 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1\,000g} \right)$$

$$E = 5.5943 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 16.7829 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (53)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 8.22 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 5\,594.2870 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1\,000g} \right)$$

$$E = 5.5943 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 33.5657 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 16.7829 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} + 33.5657 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

$$E = 50.3486 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ Tn}}{1\,000 \text{ Kg}}$$

$$E = 0.0503 \frac{Tn \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 5 (residuos de cebada): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (54)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_5} \quad (55)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ del COMB}}{\text{horneada}}}{22.56 \frac{MJ \text{ del COMB}}{Kg}}$$

$$A = 571.3652 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (56)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1.19 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 679.9246 \frac{g \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 Kg}{1\,000g} \right)$$

$$E = 0.6799 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 2.0398 \frac{Kg \text{ de } PM_{2.5}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (57)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1.19 \frac{g \text{ de PM}_{2.5}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 679.9246 \frac{g \text{ de PM}_{2.5}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 Kg}{1\,000g} \right)$$

$$E = 0.6799 \frac{Kg \text{ de PM}_{2.5}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 4.0794 \frac{Kg \text{ de PM}_{2.5}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 2.0398 \frac{Kg \text{ de PM}_{2.5}}{\text{año}} + 4.0794 \frac{Kg \text{ de PM}_{2.5}}{\text{año}}$$

$$E = 6.1192 \frac{Kg \text{ de PM}_{2.5}}{\text{año}} \times \frac{1 Tn}{1\,000 Kg}$$

$$E = 0.0061 \frac{Tn \text{ de PM}_{2.5}}{\text{año}}$$

3. Obtención de las cantidades de emisiones de CO

Combustible actual: Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (58)$$

$$E = 1\,000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 126.3 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 126\,300 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 126.3 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 378.9 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (59)$$

$$E = 1\,000 \frac{\text{Kg de COMB}}{\text{horneado}} \times 126.3 \frac{g \text{ de CO}}{\text{Kg de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 126\,300 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 126.3 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 757.8 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 378.9 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{año}} + 757.8 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{año}}$$

$$E = 1\,136.7 \frac{\text{Kg de CO}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}}$$

$$E = 1.1367 \frac{\text{Tn de CO}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 1 (residuos de maíz): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual, los resultados del PE del combustible actual se encuentran en la Tabla 16 y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (60)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alterno}_1} \quad (61)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.45 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 698.6450 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (62)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 34.61 \frac{g \text{ de } CO}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 24\,180.1034 \frac{g \text{ de } CO}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 24.1801 \frac{Kg \text{ de } CO}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 72.5403 \frac{Kg \text{ de } CO}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (63)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 34.61 \frac{g \text{ de } CO}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 24\,180.1034 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 24.1801 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 145.0806 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 72.5403 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} + 145.0806 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

$$E = 217.6209 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000\,Kg}$$

$$E = 0.2176 \frac{Tn \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 2 (residuos de trigo): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual, los resultados del PE del combustible actual se encuentran en la Tabla 16 y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (64)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_2} \quad (65)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{\text{horneada}}}{17.30 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{Kg}}$$

$$A = 745.0867 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos

artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (66)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 28.85 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 21\,495.7513 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 21.4958 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 64.4873 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (67)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 28.85 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 21\,495.7513 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 21.4958 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 128.9748 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 64.4873 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} + 128.9748 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

$$E = 193.4621 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000Kg}$$

$$E = 0.1935 \frac{Tn \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 3 (residuos de caña de azúcar): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual, los resultados del PE del combustible actual se encuentran en la Tabla 16 y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (68)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_3} \quad (69)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{\text{horneada}}}{20 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{Kg}}$$

$$A = 644.5 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (70)$$

$$E = 644.5 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 25.7 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 16\,563.65 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 16.5637 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 49.6910 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (71)$$

$$E = 644.5 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 25.7 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 16\,563.65 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 16.5637 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 99.3822 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 49.6910 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} + 99.3822 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

$$E = 149.0732 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000 \text{ Kg}}$$

$$E = 0.1490 \frac{Tn \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 4 (residuos de algodón): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual, los resultados del PE del combustible actual se

encuentran en la Tabla 16 y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (72)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alterno}_4} \quad (73)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.94 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 680.5702 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera dos las estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (74)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 75.81 \frac{g \text{ de } CO}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 51\,594.0269 \frac{g \text{ de } CO}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 51.5940 \frac{Kg \text{ de } CO}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 154.7821 \frac{Kg \text{ de } CO}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (75)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 75.81 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 51\,594.0269 \frac{g \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 51.5940 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 309.564 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 154.7821 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} + 309.564 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

$$E = 464.3461 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000Kg}$$

$$E = 0.4643 \frac{Tn \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 5 (residuos de cebada): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual, los resultados del PE del combustible actual se encuentran en la Tabla 16 y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (76)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_5} \quad (77)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{\text{horneada}}}{22.56 \frac{MJ \text{ de L COMB}}{Kg}}$$

$$A = 571.3652 \frac{Kg}{horneada}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (78)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de COMB}}{horneado} \times 33.31 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 19\,032.1748 \frac{g \text{ de CO}}{horneado} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 19.0322 \frac{Kg \text{ de CO}}{horneado} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 57.0965 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (79)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de COMB}}{horneado} \times 33.31 \frac{g \text{ de CO}}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 19\,032.1748 \frac{g \text{ de CO}}{horneado} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 19.0322 \frac{Kg \text{ de CO}}{horneado} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 144.1932 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 57.0965 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} + 144.1932 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}}$$

$$E = 171.2897 \frac{Kg \text{ de CO}}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000Kg}$$

$$E = 0.1713 \frac{Tn \text{ de CO}}{\text{año}}$$

4. Obtención de las cantidades de emisiones de CO₂

Combustible actual: Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (80)$$

$$E = 1\,000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1700 \frac{g \text{ de CO}_2}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,700\,000 \frac{g \text{ de CO}_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 1\,700 \frac{Kg \text{ de CO}_2}{\text{horneado}} \times \frac{3\text{horneados}}{1\text{año}}$$

$$E = 5\,100 \frac{Kg \text{ de CO}_2}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (81)$$

$$E = 1\,000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1700 \frac{g \text{ de CO}_2}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,700\,000 \frac{g \text{ de CO}_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 1\,700 \frac{\text{Kg de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 10\,200 \frac{\text{Kg de } CO_2}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 5\,100 \frac{\text{Kg de } CO_2}{\text{año}} + 10\,200 \frac{\text{Kg de } CO_2}{\text{año}}$$

$$E = 15\,300 \frac{\text{Kg de } CO_2}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}}$$

$$E = 15.3 \frac{\text{Tn de } CO_2}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 1 (residuos de maíz): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 1 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (82)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_1} \quad (83)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{\text{MJ de L COMB}}{\text{horneada}}}{18.45 \frac{\text{MJ de L COMB}}{\text{Kg}}}$$

$$A = 698.6450 \frac{\text{Kg}}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (84)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1\,747.80 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,221\,091.7310 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 1\,221.0917 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 3\,663.2751 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (85)$$

$$E = 698.6450 \frac{Kg \text{ de COMB}}{\text{horneado}} \times 1\,747.80 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,221\,091.7310 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right)$$

$$E = 1\,221.0917 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 7\,326.5502 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 3\,663.2751 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}} + 7\,326.5502 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

$$E = 10\,989.8253 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000\,Kg}$$

$$E = 10.9898 \frac{Tn \text{ de } CO_2}{año}$$

Combustible alternativo 2 (residuos de trigo): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 2 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (86)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_2} \quad (87)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{17.30 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 745.0867 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera dos las estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (88)$$

$$E = 745.0867 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1\,812.49 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,350\,462.1929 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{1000g} \right)$$

$$E = 1\,350.4521 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 4\,051.3863 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (89)$$

$$E = 745.0867 \frac{\text{Kg de COMB}}{\text{horneado}} \times 1\,812.49 \frac{\text{g de CO}_2}{\text{Kg de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,350\,462.1929 \frac{\text{g de CO}_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,\text{Kg}}{1000\text{g}} \right)$$

$$E = 1\,350.4521 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{horneado}} \times \frac{6\,\text{horneados}}{1\,\text{año}}$$

$$E = 8\,102.7126 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 4\,051.3863 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{año}} + 8\,102.7126 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{año}}$$

$$E = 12\,154.0989 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{año}} \times \frac{1\text{Tn}}{1000\text{Kg}}$$

$$E = 12.1540 \frac{\text{Tn de CO}_2}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 3 (residuos de caña de azúcar): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 3 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (90)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE\,\text{del comb. actual}}{PC\,\text{del comb. alternativo}_3} \quad (91)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{\text{MJ de L COMB}}{\text{horneada}}}{20 \frac{\text{MJ de L COMB}}{\text{Kg}}}$$

$$A = 644.5000 \frac{Kg}{horneada}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (92)$$

$$E = 644.5000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{horneado} \times 1\,617.98 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,042\,788.1100 \frac{g \text{ de } CO_2}{horneado} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1\,042.7881 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{horneado} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 3\,128.3643 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{año}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (93)$$

$$E = 644.5000 \frac{Kg \text{ de COMB}}{horneado} \times 1\,617.98 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de COMB}} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,042\,788.1100 \frac{g \text{ de } CO_2}{horneado} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1\,042.7881 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{horneado} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 6\,256.7286 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{año}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 3\,128.3643 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{año} + 6\,256.7286 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{año}$$

$$E = 9\,385.0929 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{año} \times \frac{1Tn}{1000Kg}$$

$$E = 9.3851 \frac{Tn \text{ de } CO_2}{año}$$

Combustible alternativo 4 (residuos de algodón): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 4 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (94)$$

Despejando “A”:

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternativo}_4} \quad (95)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{18.94 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 680.5702 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (96)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1\,690.41 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,150\,442.6718 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1\,150.4427 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{3\text{horneados}}{1\text{año}}$$

$$E = 3\,451.3281 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\epsilon}{100} \right] \right) \quad (97)$$

$$E = 680.5702 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1\,690.41 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 1\,150\,442.6718 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 1\,150.4427 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1\text{año}}$$

$$E = 6\,902.6562 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 3\,451.3281 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}} + 6\,902.6562 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

$$E = 10\,353.9843 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000\,Kg}$$

$$E = 10.3540 \frac{Tn \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

Combustible alternativo 5 (residuos de cebada): El consumo del combustible alternativo se obtiene despejando de la ecuación 5. Donde el potencial energético del combustible alternativo 5 se considera el mismo del combustible actual y el poder calorífico que se muestra en la Tabla 9.

$$PE = A \times PC \quad (98)$$

Despejando "A":

$$A = \frac{PE \text{ del comb. actual}}{PC \text{ del comb. alternos}_5} \quad (99)$$

$$A = \frac{12\,890 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{\text{horneada}}}{22.56 \frac{MJ \text{ de } L \text{ COMB}}{Kg}}$$

$$A = 571.3652 \frac{Kg}{\text{horneada}}$$

Para este cálculo se considera las dos estaciones del año, debido a que estas estaciones influyen en la cantidad de horneadas de los ladrillos artesanales que se realizan al año para la ladrillera 1 y de la misma forma se realiza para todas las ladrilleras restantes.

- **Época de lluvia** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez cada 2 meses, por lo tanto, el número de horneado son 3 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (100)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1\,692.64 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 967\,115.5921 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 967.1156 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{3 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 2\,901.3468 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

- **Época seca** esta época está conformada por 6 meses y el número de horneadas es 1 vez por mes, por lo tanto, el número de horneado son 6 veces al año

$$E = \left(A \times f \times \left[1 - \frac{\varepsilon}{100} \right] \right) \quad (101)$$

$$E = 571.3652 \frac{Kg \text{ de } COMB}{\text{horneado}} \times 1\,692.64 \frac{g \text{ de } CO_2}{Kg \text{ de } COMB} \times \left[1 - \frac{0}{100} \right]$$

$$E = 967\,115.5921 \frac{g \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \left(\frac{1\,Kg}{1000g} \right) \times 1$$

$$E = 967.1156 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{horneado}} \times \frac{6 \text{ horneados}}{1 \text{ año}}$$

$$E = 5\,802.6936 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

Finalmente se determina la emisión total al año tenemos que sumar los dos resultados de más emisiones.

$$E = 2\,901.3468 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}} + 5\,802.6936 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

$$E = 8\,704.0404 \frac{Kg \text{ de } CO_2}{\text{año}} \times \frac{1Tn}{1000 Kg}$$

$$E = 8.7040 \frac{Tn \text{ de } CO_2}{\text{año}}$$

3.1.1.2.1 Cantidad de reducción de emisiones

Una vez obtenido la estimación de la cantidad de emisiones tanto del combustible actual como de los combustibles alternos, se determinará si los combustibles alternos emiten en menor cantidad los contaminantes de CO, CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}. La cantidad de emisiones reducidas se obtiene mediante la sustracción de la cantidad de emisión del combustible actual con la cantidad de emisiones de cada combustible alterno como se muestra en la Figura 7:



Figura 7. Reducción de cantidad de emisión.

Cálculo de la reducción del PM₁₀

Para determinar la reducción de emisiones se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{Reduccion } PM_{10} = \text{Cantidad de emision}_{Comb.actual} - \text{Cantidad de emision}_{Comb.alterno} \quad (7)$$

a) La reducción de emisiones del PM₁₀ para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 1

$$Reduccion PM_{10} = 0.1557 \frac{Tn de PM_{10}}{año} - 0.0207 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

$$Reduccion PM_{10} = 0.1350 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

b) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 2

$$Reduccion PM_{10} = 0.1557 \frac{Tn de PM_{10}}{año} - 0.0279 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

$$Reduccion PM_{10} = 0.1278 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

c) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 3

$$Reduccion PM_{10} = 0.1557 \frac{Tn de PM_{10}}{año} - 0.0105 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

$$Reduccion PM_{10} = 0.1452 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

d) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 4

$$Reduccion PM_{10} = 0.1557 \frac{Tn de PM_{10}}{año} - 0.0819 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

$$Reduccion PM_{10} = 0.0738 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

e) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 5

$$Reduccion PM_{10} = 0.1557 \frac{Tn de PM_{10}}{año} - 0.0091 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

$$Reduccion PM_{10} = 0.1466 \frac{Tn de PM_{10}}{año}$$

Cálculo de la reducción del PM_{2.5}

a) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 1-Residuo de maíz

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0259 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año} - 0.0170 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0089 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

b) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 2-Residuos de trigo

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0259 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año} - 0.0170 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0089 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

c) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 3-Residuos de caña de azúcar

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0259 \frac{Tn de PM_{10}}{año} - 0.0069 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0019 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

d) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 4-Residuos de algodón

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0259 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año} - 0.0503 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

$$Reduccion PM_{2.5} = -0.0244 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

e) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 5-Residuos de cebada

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0259 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año} - 0.0061 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

$$Reduccion PM_{2.5} = 0.0198 \frac{Tn de PM_{2.5}}{año}$$

Cálculo de la reducción del PM_{2.5}

a) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 1-Residuo de maíz

$$Reduccion CO = 1.1367 \frac{Tn de CO}{año} - 0.2176 \frac{Tn de CO}{año}$$

$$Reduccion CO = 0.9191 \frac{Tn de CO}{año}$$

b) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 2-Residuos de trigo

$$Reduccion CO = 1.1367 \frac{Tn de CO}{año} - 0.1935 \frac{Tn de CO}{año}$$

$$Reduccion\ CO = 0.9432 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

c) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 3-Residuos de caña de azúcar

$$Reduccion\ CO = 1.1367 \frac{Tn\ de\ CO}{año} - 0.1491 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

$$Reduccion\ CO = 0.9876 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

d) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 4-Residuos de algodón

$$Reduccion\ CO = 1.1367 \frac{Tn\ de\ CO}{año} - 0.4643 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

$$Reduccion\ CO = 0.6724 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

e) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 5-Residuos de cebada

$$Reduccion\ CO = 1.1367 \frac{Tn\ de\ CO}{año} - 0.1713 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

$$Reduccion\ CO = 0.9654 \frac{Tn\ de\ CO}{año}$$

Cálculo de la reducción del CO₂

a) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 1

$$Reduccion\ CO_2 = 15.3 \frac{Tn\ de\ CO_2}{año} - 10.9898 \frac{Tn\ de\ CO_2}{año}$$

$$Reduccion\ CO_2 = 4.3102 \frac{Tn\ de\ CO_2}{año}$$

b) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 2

$$Reduccion\ CO_2 = 15.3 \frac{Tn\ de\ CO_2}{año} - 12.1540 \frac{Tn\ de\ CO_2}{año}$$

$$Reduccion\ CO_2 = 3.1460 \frac{Tn\ de\ CO_2}{año}$$

c) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 3

$$Reduccion CO_2 = 15.3 \frac{Tn de CO_2}{año} - 9.3851 \frac{Tn de CO_2}{año}$$

$$Reduccion CO_2 = 5.9149 \frac{Tn de CO_2}{año}$$

d) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 4

$$Reduccion CO_2 = 15.3 \frac{Tn de CO_2}{año} - 10.3540 \frac{Tn de CO_2}{año}$$

$$Reduccion CO_2 = 4.9460 \frac{Tn de CO_2}{año}$$

e) La reducción de emisiones para la ladrillera 1 con los combustibles alterno 5

$$Reduccion CO_2 = 15.3 \frac{Tn de CO_2}{año} - 8.7040 \frac{Tn de CO_2}{año}$$

$$Reduccion CO_2 = 6.5960 \frac{Tn de CO_2}{año}$$

Una vez hallado las emisiones del combustible actual y los combustibles alternos surgen una interrogante con respecto a los combustibles alternos que se están evaluando que va más allá de los objetivos planteados en la investigación. Por el mismo hecho de ser residuos agrícolas los combustibles alternos no hay estudios preliminares que mencionen acerca de la producción de estos residuos porque algunos son desechados o quemados directamente, para ser luego nuevamente cultivado.

¿Sera posible establecer la cantidad de producción de cada uno de los residuos agrícolas en gabinete?

Si es posible, porque hay una extensión que se encuentra en un archivo de Microsoft Excel, que fue elaborada por varios autores de diferentes países, asimismo se recolectaron referencias de fuentes bibliográficas confiables, por lo que fue nombrado Evaluación Rápida BEFS, esta herramienta fue evaluada y publicada por la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y Agricultura (FAO), y fue financiado por el BMEL más conocida como el Ministerio Federal Alemán de Alimentación y Agricultura (50), obteniendo la producción de residuos agrícolas siguiendo los pasos que se muestran a continuación.

PASO 1: Lo primero es elegir el idioma (español, inglés o francés) como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, seguidamente se escoge el país y se escribe la región donde se realizará la investigación como se muestra en la Figura 9, luego se selecciona la herramienta de Residuos Agrícolas; una vez realizados estos pasos se inicia el análisis.

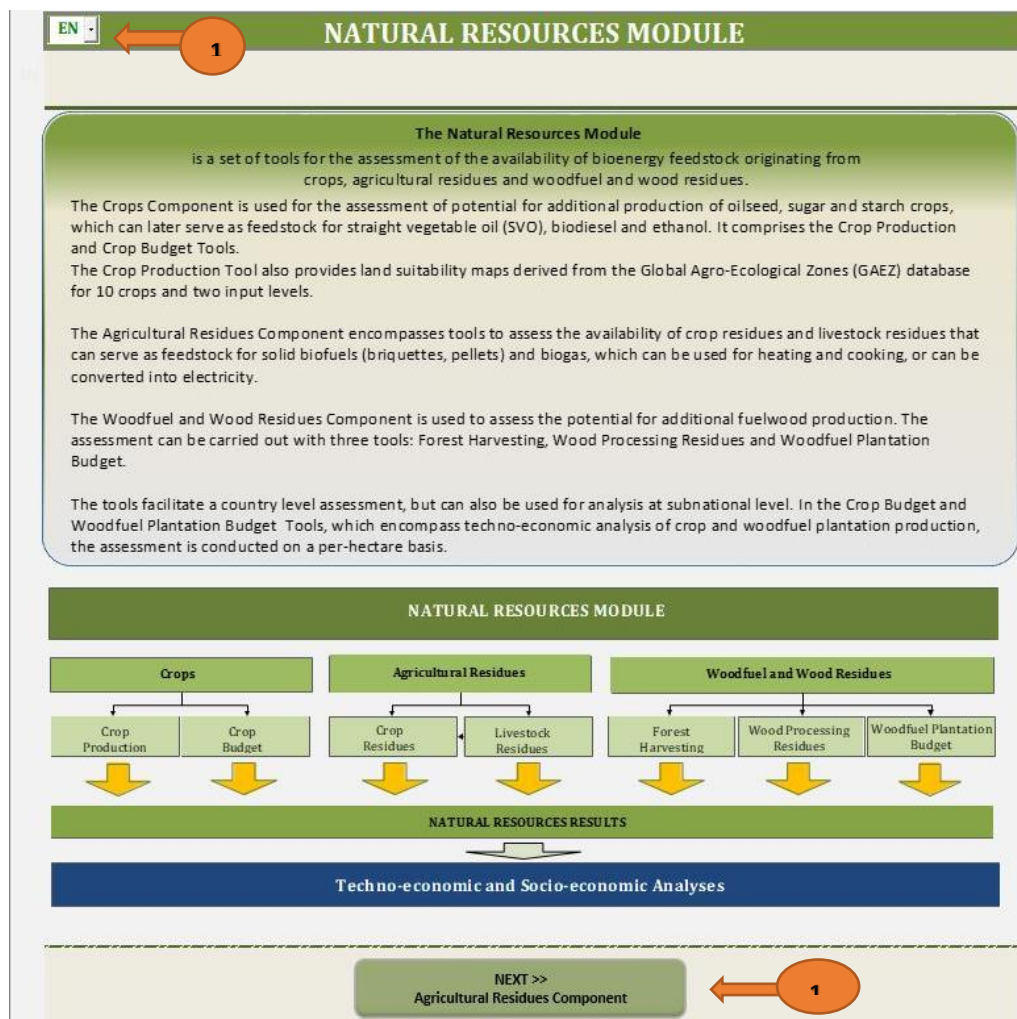


Figura 8: Selección de idioma. Tomada de «Bioenergía y seguridad alimentaria-Evaluación rápida», Branca, Cacchiarelli, Cardona, *et al.*, 2014, p.12.

Agriculture Residues Component

Country: Peru

<< BACK
Start

BEFS Rapid Appraisal for

Region: JUNIN

Clear data

The Agricultural Residues Component

includes the Crop Residues and Livestock Residues Tools.

The Crop Residues Tool is used to assess the amount of crop residues available for bioenergy production. The analysis is based on the production of selected crops and the current use of residues for non-energy purposes, such as feed and animal bedding, construction, industrial processing and others. As bioenergy feedstock, crop residues can be used for production of biofuels for heating and cooking (briquettes, pellets and charcoal) and for electricity generation through gasification and direct combustion.

In total, 17 crops and 30 crop-residue combinations can be analysed. Residues of the following crops can be analysed with the tool:
barley, cacao, cassava, coconut, coffee, cotton, groundnut, maize, millet, oat, oil palm, rice, rye, sorghum, soybean, sugarcane and wheat.

The Livestock Residues Tool can be used to assess the amount of manure generated by dairy cattle, pigs and chickens, that can be used for biogas production.

```

graph TD
    A[Agricultural Residues Component] --> B[Crop Residues]
    A --> C[Livestock Residues]
    B --> D[CROPS RESIDUES RESULTS]
    C --> E[Household level]
    C --> F[Commercial level]
    E --> G[LIVESTOCK RESIDUES RESULTS]
    F --> G
    D --> H[Techno-economic and Socio-economic Analyses]
    G --> H
  
```

Crop Residues Tool

Livestock Residues Tool

Figura 9. Selección del país y región. Tomada de «Bioenergía y seguridad alimentaria-Evaluación rápida», Branca, Cacchiarelli, Cardona, *et al.*, 2014, p.13.

PASO 2: Se selecciona la lista de los cultivos agrícolas con su respectivo residuo, en la siguiente Tabla 11 se muestra una lista de diversos cultivos junto con sus residuos que han sido analizados por la Evaluación Rápida BEFS RA. Por otro lado, esta herramienta accede hacer cálculos a 4 cultivos con sus respectivos residuos al mismo tiempo.

Tabla 11.

Lista de cultivo y residuos analizados por la herramienta de cultivos agrícolas.

CULTIVO	RESIDUO
Cebada	Paja
Cacao	Vainas
Yuca/Mandioca	Tallo
Coco	Follaje, cáscara y cascarilla
Café	Cáscara
Algodón	Cáscara y tallo
Cacahuete/Maní	Cáscara
Maíz	Mazorca (merlo), cascarilla y rastrojo
Mijo	Paja
Avena	Paja
Palma aceitera	Racimos vacíos, follaje y cáscara
Arroz	Paja y cáscara
Centeno	Paja
Sorgo	Paja/tallo
Semilla de soja	Paja y vainas
Caña de azúcar	Hojas y bagazo
Trigo	Paja

Nota: Tomada de Branca, Cacchiarelli, Cardona, *et al.*, 2014, p.14.

- **PASO 3:** Se define el tipo de residuo y el lugar de generación de los residuos agrícolas, siendo estas Esparcidos en el campo, Recogidos en el campo y Planta de procesamiento.

RESIDUOS AGRÍCOLAS				
País: <i>Seleccione un país</i>				
BEFS Evaluación Rápida para		Región:	JUNIN	
<i>Selección del tipo de residuo agrícola</i>				
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3
Cultivo		maíz	cebada	caña de azúcar
Residuo		mazorca		copa/hojas
Lugar de generación del residuo		recogidos en el campo	Seleccionar ubicación	recogidos en el campo

Figura 10. Selección del tipo de residuo agrícola y el lugar de generación. Tomada de «Bioenergía y seguridad alimentaria-Evaluación rápida», Branca, Cacchiarelli, Cardona, *et al.*, 2014, p.15.

PASO 4: Este paso es importante puesto que, para obtener la cantidad de los residuos agrícolas, dependerá de la producción del cultivo a analizar, el rendimiento del cultivo y por último el número de cultivo al año. Estas variables serán utilizadas por la SIEA (Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias).

RESIDUOS AGRÍCOLAS				
País: <i>Seleccione un país</i>				
BEFS Evaluación Rápida para		Región:	JUNIN	
<i>Selección del tipo de residuo agrícola</i>				
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3
Cultivo		maíz	cebada	caña de azúcar
Residuo		mazorca	paja	copa/hojas
Lugar de generación del residuo		recogidos en el campo	Seleccionar ubicación	recogidos en el campo
		Producción del cultivo		
Rendimiento del cultivo (t/ha)		1.84	142.43	4.09
No. de cultivos/año		1.0	1.0	1.0
Producción anual (t)		16,859	5,514,278	10,968
Área de producción total (ha)		6,497.28	9,142.62	2,679.70

Figura 11. Ingreso de datos del rendimiento y producción del cultivo. Tomada de «Bioenergía y seguridad alimentaria-Evaluación rápida», Branca, Cacchiarelli, Cardona, *et al.*, 2014, p.15.

PASO 5: En este paso es necesario conocer la relación de residuo a cultivo, este se da con la cantidad que se generada del residuo en base a la cantidad del cultivo principal. Por tanto, la herramienta dispone datos de relación residuo-cultivo con valores por defecto, debido a diferentes fuentes confiables (artículos científicos, investigaciones y similares). Dando como resultado la producción total del residuo a analizar.

RESIDUOS AGRÍCOLAS				
País: <i>Seleccione un país</i>				
BEFS Evaluación Rápida para		Región: JUNIN		
Selección del tipo de residuo agrícola				
	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
Cultivo	maíz	cebada	caña de azúcar	algodón
Residuo	mazorca	paja	copa/hojas	tallos
Lugar de generación del residuo	recogidos en el campo	Seleccionar ubicación	recogidos en el campo	recogidos en el campo
Producción del cultivo				
Rendimiento del cultivo (t/ha)	11.57	1.84	142.43	4.09
No. de cultivos/año	1.0	1.0	1.0	1.0
Producción anual (t)	75,193	16,859	5,514,278	10,968
Área de producción total (ha)	6,497.28	9,142.62	38,716.52	2,679.70
Generación de residuos agrícolas				
Relación residuo a cultivo	Definido por el usuario			
	Valor por defecto	0.33	1.35	0.20
Producción total de residuos (t/año)	24,813.69	2,759.65	1,102,855.60	37,291.20
Rendimiento de residuos (t/ha)	3.82	2.49	28.49	13.92

Figura 12. Producción total de residuos y rendimiento. Tomada de «Bioenergía y seguridad alimentaria-Evaluación rápida», Branca, Cacchiarelli, Cardona, et al., 2014, p.15.

3.1.2. Alcance de la Investigación

3.1.2.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, se basa en solucionar un problema con el uso de los saberes previos, que se podría haber obtenido de otro lugar para posteriormente organizar y mejorar la experiencia.(64) La posible solución del problema de las emisiones de contaminantes generados por la producción artesanal de los ladrillos en el distrito de San Jerónimo de TUNÁN es la evaluación de los combustibles alternos y ver la influencia en la reducción de emisiones

3.1.2.2. Nivel de Investigación

El nivel de esta investigación es de nivel explicativo, que trata de ir más lejos de la descripción de las ideas; por ello, tienen la capacidad de llegar a las respuestas que causan los diferentes sucesos de un fenómeno, tanto natural como colectivo. Por esta razón su interés está basado en explicar el porqué del suceso de un fenómeno y cuáles son las condiciones en el que se manifiesta.

(64) en la investigación las cantidades de emisiones de contaminantes atmosféricos se debe al tipo y consumo de combustible que usan para la producción artesanal de los ladrillos en el distrito de san Jerónimo de Tunan.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño experimental

El diseño de esta investigación es experimental puesto que se requiere de la manipulación intencional de la variable independiente, en el estudio se manipulo la variable independiente por tipo y consumo de cada combustible alternativo para posteriormente analizar el efecto que genera en las variables dependientes, que es la reducción de las cantidades de emisión (variable dependiente) generadas por ladrilleras artesanales. (64) Se manipulo el consumo con 5 tipos de combustibles alternos; cada combustible alternativo presenta diferentes valores correspondiente al poder calorífico, el mismo que se encuentra directamente relacionado con la manipulación del consumo de cada combustible alternativo de la siguiente manera: a mayor potencial energético menor es el consumo de combustible alternativo y a menor potencial energético mayor es el consumo del combustible alternativo, por lo que requiere en menor o mayor cantidad los combustibles alternos (consumo del combustible) para llegar al potencial energético referencial para la cocción de los ladrillos artesanales

3.2.1.1. Diseño cuasiexperimental

El diseño cuasiexperimental se caracteriza por una manipulación intencional de la variable independiente pero los grupos experimentales no son asignados al azar tampoco son emparejados. (64) En la investigación se manipula la variable independiente (combustibles alternos), pero no se asigna al azar el grupo experimental, porque se toma a todas las ladrilleras artesanales del distrito de San Jerónimo de Tunan.

El diseño de la investigación cuasiexperimental aplica a los grupos experimentales que llegan a ser todas las ladrilleras de San Jerónimo de TUNÁN donde el grupo de control llega a ser las cantidades de emisiones del combustible actual, al que se le aplica el tratamiento experimental (combustibles alternos), para posteriormente analizar los resultados de la Posprueba que vienen a ser las cantidades de emisiones de los combustibles alternos. (64)

Tabla 12:

Diseño con grupo de control–Posprueba

Grupo	Tratamiento	Posprueba
Control	-	O ₂
Ladrillera-1	X ₁	O ₂
	X ₂	O ₂
	X ₃	O ₂
	X ₄	O ₂
	X ₅	O ₂

Nota: O₁= Preprueba, O₂= Posprueba, X₁= Tratamiento 1. Tomada de Hernández-Sampieri, Baptista-Lucio, 2015, p.173.

Datos:

- **Control:** Grupo de control de la cantidad de emisiones de CO, CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} del combustible actual
- **X₁:** Combustible alternativo 1 – Residuos de Maíz
- **X₂:** Combustible alternativo 2 – Residuos de Trigo
- **X₃:** Combustible alternativo 3 – Residuos de Caña de Azúcar
- **X₄:** Combustible alternativo 4 – Residuos de Algodón
- **X₅:** Combustible alternativo 5 – Residuos de Cebada
- **O₂:** Posprueba de la cantidad de emisiones de CO, CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} de los combustibles alternos.

En la investigación, el grupo de control son las cantidades de emisiones generadas producto del uso del combustible actual (leña de eucalipto) en ladrilleras artesanales, el tratamiento que se aplica es con cinco combustibles alternos para posteriormente realizar la posprueba y obtener cantidades de emisión menores o mayores que el grupo de control.

Tabla 13:

Diseño con un grupo de control–Posprueba para la investigación

Grupo	Tratamiento	Posprueba
Control	-	Emisiones: CO, CO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}
Ladrillera-1	Combustible Alterno 1	Emisiones: CO, CO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}
	Combustible Alterno 2	Emisiones: CO, CO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}
	Combustible Alterno 3	Emisiones: CO, CO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}
	Combustible Alterno 4	Emisiones: CO, CO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}
	Combustible alternativo 5	Emisiones: CO, CO ₂ , PM ₁₀ y PM _{2.5}

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

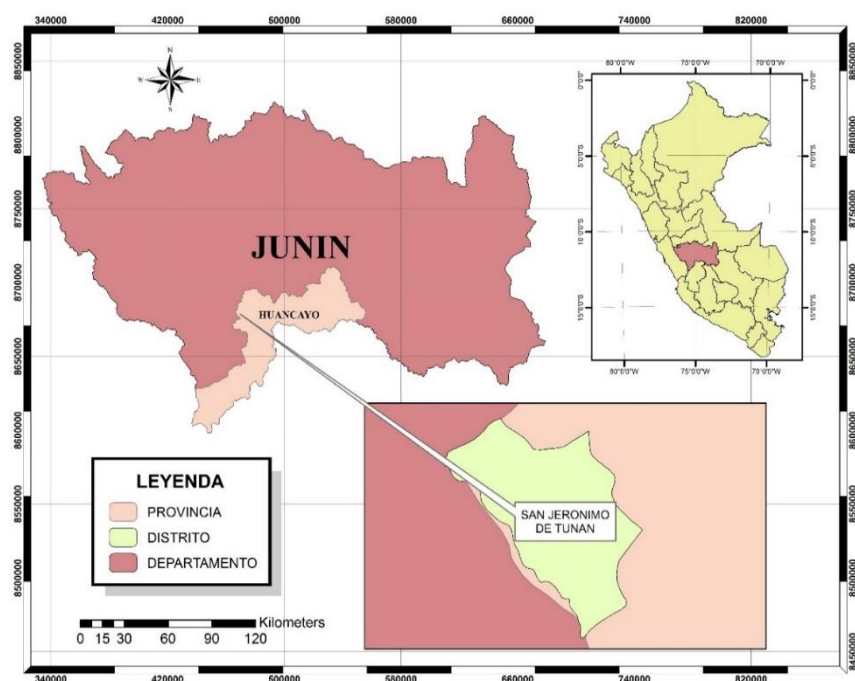


Figura 13. Mapa de ubicación del distrito de San Jerónimo de Tunan.

Según Hernández la población es el conjunto que cumplen con una especificación detallada. Por tanto, la población de esta investigación está comprendida por las 39 ladrilleras artesanales del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

3.3.2. Muestra

La muestra de la investigación es no probabilística debido a que no será una elección al azar, sino más bien dependerá de la característica de la investigación. Cuando la investigación es tomada el total de la población, Tamayo propone citarla como una muestra censal, asimismo si la población o el total es menor a 50, por lo tanto, la población es igual que la muestra. (65) Por tanto, la muestra es todas las ladrilleras existentes del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo, con coordenadas WGS 1984 UTM como se muestra en la

Tabla 14.

Tabla 14:

Coordenada WGS 1984 UTM de las ladrilleras artesanales.

N° DE LARILLERA	X	Y
LADRILLERA 1	469835	8678841
LADRILLERA 2	469850	8678895
LADRILLERA 3	470037	8678704
LADRILLERA 4	470086	8678618
LADRILLERA 5	470512	8678498
LADRILLERA 6	470625	8678279
LADRILLERA 7	470608	8678243
LADRILLERA 8	470604	8678225
LADRILLERA 9	470531	8678190
LADRILLERA 10	470541	8678183
LADRILLERA 11	470489	8678041
LADRILLERA 12	470463	8678048
LADRILLERA 13	470553	8677985
LADRILLERA 14	470456	8678252
LADRILLERA 15	470436	8678284
LADRILLERA 16	470447	8678313
LADRILLERA 17	470475	8678349
LADRILLERA 18	470288	8678239
LADRILLERA 19	470197	8678320
LADRILLERA 20	470169	8678284
LADRILLERA 21	470178	8678292
LADRILLERA 22	470152	8678262
LADRILLERA 23	470183	8678264
LADRILLERA 24	470154	8678350
LADRILLERA 25	470106	8678325
LADRILLERA 26	470104	8678313
LADRILLERA 27	469963	8678529
LADRILLERA 28	469884	8678460
LADRILLERA 29	469907	8678488
LADRILLERA 30	469988	8678298
LADRILLERA 31	469985	8678285
LADRILLERA 32	470024	8678219
LADRILLERA 33	470051	8678212
LADRILLERA 34	470090	8678148
LADRILLERA 35	470256	8678239
LADRILLERA 36	470989	8678506
LADRILLERA 37	470941	8678443
LADRILLERA 38	470369	8677873
LADRILLERA 39	470420	8677989

Nota: X= Coordenadas Este, Y= Coordenadas Norte

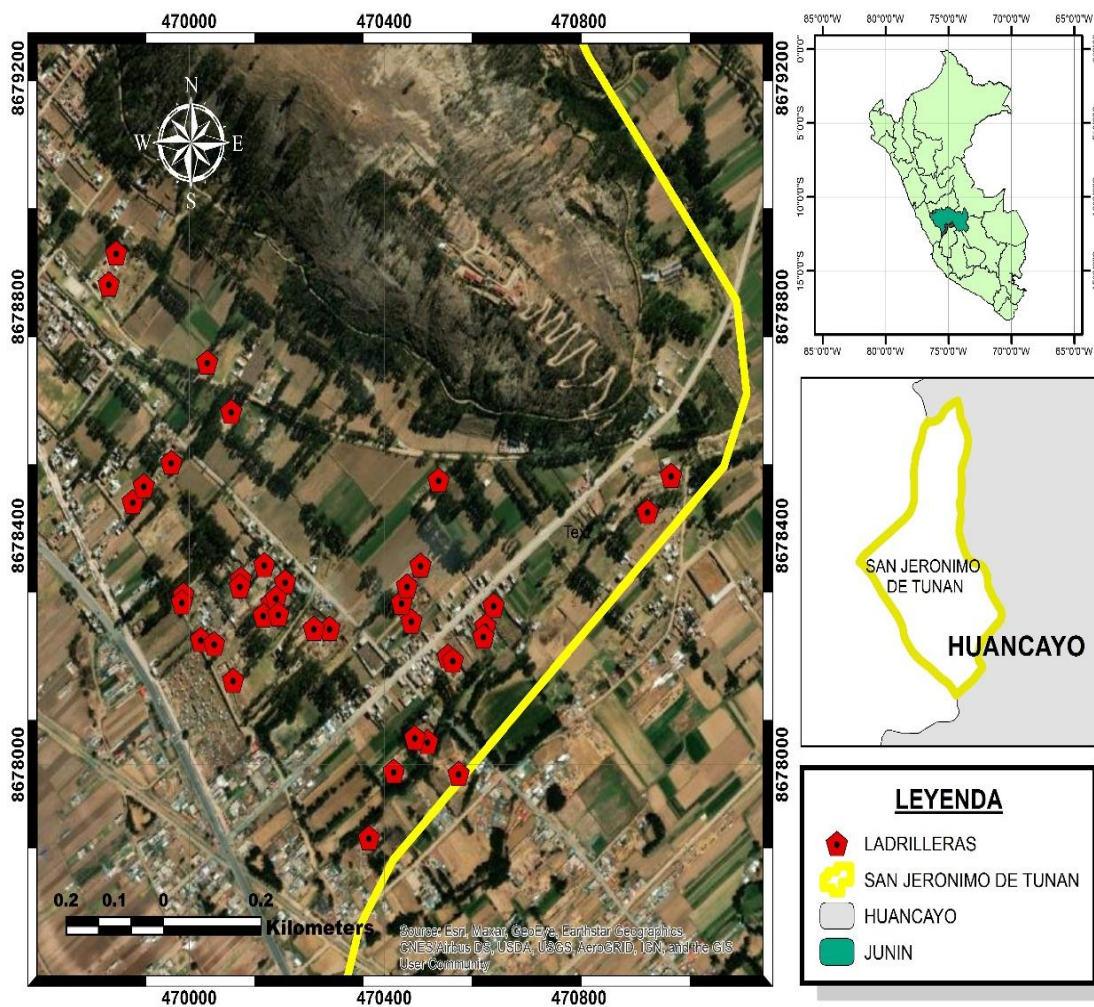


Figura 14. Mapa de ubicación de la fuente de Área.

Para la investigación, se optara en dividir en tres sectores al distrito de San Jerónimo de Tunán como se muestra en la Figura 15; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, un sector céntrico y dos sectores perimétricos en relación con el uso de suelo, el primer sector es conformado por terrenos cultivables, bosques, huertos de frutales y terrenos improductivos; el segundo sector es conformado por el área urbana, terrenos con cultivos mencionados en el sector anterior y por último en el tercer sector se ubican el grupo de las 39 ladrilleras artesanales, el área urbana y terrenos con cultivos donde abundan la siembra del maíz.

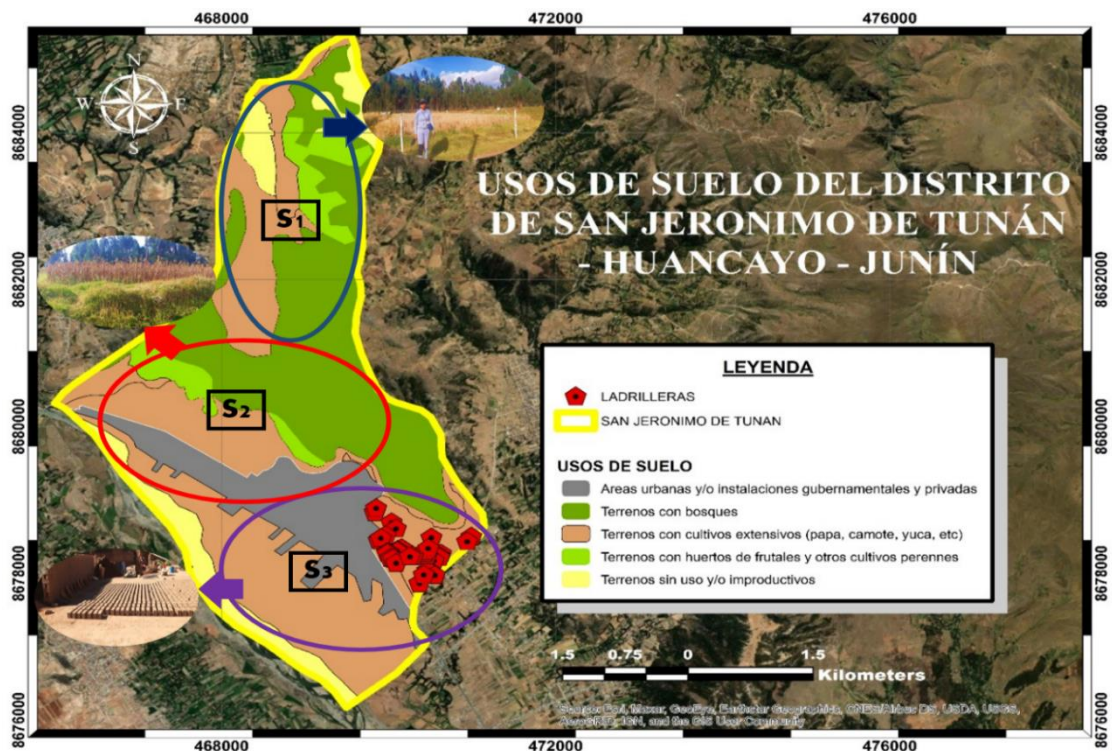


Figura 15. Mapa de Zonificación por sectores en relación con el uso de suelo del distrito de San Jerónimo de Tunan.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

- Encuesta
- Análisis de documento
- Tratamiento Estadístico

3.4.2. Instrumento

- Cuestionario
- Guía metodológica Inventario de emisiones atmosféricas.
- SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*)

La validación de los instrumentos y de los datos usados en la investigación se muestra en el ANEXO N°04, ANEXO N°05 y ANEXO N°06.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan

Los resultados de la reducción de la emisión del PM_{10} se obtiene mediante la diferencia de la cantidad de emisión del combustible actual y el combustible alterno.

4.1.1.1. Resultados de la cantidad de emisión de PM_{10} con combustible actual

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **102**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible actual el cual fue recopilado mediante la aplicación del instrumento de recolección de datos que se muestra en el ANEXO N°13; y el factor de emisión del combustible actual se muestra en la Tabla 7.

En la *Tabla 15* se muestra las cantidades de emisiones del contaminante PM_{10} generados por el uso del combustible actual (leña de Eucalipto) en el horneado de ladrillos artesanales.

Tabla 15:

Resultados de la cantidad de emisión del PM_{10} con el combustible actual

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM_{10} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM_{10} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI2	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI3	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI4	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI5	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI6	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI7	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI8	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI9	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557

LADRI10	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI11	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI12	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI13	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI14	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI15	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI16	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI17	17.3	2 000	34.60	103.80	207.60	0.3114
LADRI18	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI19	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI20	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI21	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI22	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI23	17.3	2 000	34.60	103.80	207.60	0.3114
LADRI24	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI25	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI26	17.3	2 000	34.60	103.80	207.60	0.3114
LADRI27	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI28	17.3	2 000	34.60	103.80	207.60	0.3114
LADRI29	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI30	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI31	17.3	1000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI32	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI33	17.3	2 000	34.60	103.80	207.60	0.3114
LADRI34	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI35	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557
LADRI36	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI37	17.3	2 000	34.60	103.80	207.60	0.3114
LADRI38	17.3	1 500	25.95	77.85	155.70	0.2336
LADRI39	17.3	1 000	17.30	51.90	103.80	0.1557

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

En la Tabla 16 se muestra la potencial energético de las 39 ladrilleras artesanales de San Jerónimo de Tunan.

Tabla 16

Resultados del potencial energético del combustible actual

LEÑA DE EUCALIPTO						
LADRI	PC	A	PE	PE-E. LL	PE-E. S	PE TOTAL
	(MJ/Kg)	(Kg/mes)	(MJ/mes)	(MJ/mes)	(MJ/mes)	(MJ/año)
LADRI1	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI2	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI3	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI4	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI5	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI6	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI7	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI8	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI9	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI10	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI11	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI12	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI13	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI14	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI15	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI16	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI17	12.89	2 000	25 780	77 340	154 680	232 020
LADRI18	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI19	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI20	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI21	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI22	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI23	12.89	2 000	25 780	77 340	154 680	232 020
LADRI24	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI25	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI26	12.89	2 000	25 780	77 340	154 680	232 020
LADRI27	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI28	12.89	2 000	25 780	77 340	154 680	232 020
LADRI29	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI30	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI31	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI32	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI33	12.89	2 000	25780	77 340	154 680	232 020
LADRI34	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI35	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010
LADRI36	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI37	12.89	2 000	25 780	77 340	154 680	232 020
LADRI38	12.89	1 500	19 335	58 005	116 010	174 015
LADRI39	12.89	1 000	12 890	38 670	77 340	116 010

Nota: PC= Poder calorífico, A= Consumo de combustible, PE =Potencial energético, E. LL= Estación de lluvia, E. S=Estación seca, MJ= Megajoule y Kg= Kilogramo.

4.1.1.2. Resultados de la cantidad de emisión de PM_{10} con los combustibles alternos

a) Resultados de la cantidad de emisión de PM_{10} con el combustible alternativo 1 – Residuos de maíz

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **103**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión de este, este dato se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 17 se observa los resultados de la cantidad de emisión del primer combustible alternativo que son los residuos de maíz.

Tabla 17:

Resultados de la cantidad de emisión de PM_{10} del combustible alterno 1.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM_{10} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM_{10} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI2	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI3	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI4	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI5	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI6	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI7	3.30	698.64	2.31	6.92	13.83	0.0207
LADRI8	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI9	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI10	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI11	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI12	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI13	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI14	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI15	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI16	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI17	4.07	1397.29	5.69	17.06	34.12	0.0512
LADRI18	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI19	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI20	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI21	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI22	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI23	4.07	1397.29	5.69	17.06	34.12	0.0512
LADRI24	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI25	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI26	4.07	1 397.29	5.69	17.06	34.12	0.0512
LADRI27	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI28	4.07	1 397.29	5.69	17.06	34.12	0.0512
LADRI29	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI30	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI31	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI32	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI33	4.07	1 397.29	5.69	17.06	34.12	0.0512
LADRI34	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI35	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256
LADRI36	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI37	4.07	1 397.29	5.69	17.06	34.12	0.0512
LADRI38	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	0.0384
LADRI39	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	0.0256

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación

lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

b) Resultados de la cantidad de emisión de PM₁₀ con el combustible alternativo 2 – Residuos de Trigo

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **104**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 18 se observa los resultados de la cantidad de emisión del segundo combustible alternativo que son los residuos de trigo.

Tabla 18:

Resultados de la cantidad de emisión de PM₁₀ del combustible alterno 2.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM ₁₀ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM ₁₀ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI2	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI3	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI4	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI5	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI6	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI7	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI8	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI9	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI10	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI11	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI12	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI13	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI14	4.07	1117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI15	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI16	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI17	4.07	1 490.17	6.07	18.20	36.39	0.0546
LADRI18	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI19	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI20	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI21	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI22	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI23	4.07	1 490.17	6.07	18.20	36.39	0.0546
LADRI24	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI25	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI26	4.07	1 490.17	6.07	18.20	36.39	0.0546
LADRI27	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI28	4.07	1 490.17	6.07	18.20	36.39	0.0546
LADRI29	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI30	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI31	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI32	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI33	4.07	1 490.17	6.07	18.20	36.39	0.0546
LADRI34	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI35	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273
LADRI36	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI37	4.07	1 490.17	6.07	18.20	36.39	0.0546
LADRI38	4.07	1 117.63	4.55	13.65	27.29	0.0409
LADRI39	4.07	745.09	3.03	9.10	18.20	0.0273

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

c) Resultados de la cantidad de emisión de PM₁₀ con el combustible alternativo 3 – Caña de Azúcar

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **105**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 19 se observa los resultados de la cantidad de emisión del tercer combustible alternativo que son los residuos de caña de azúcar.

Tabla 19:

Resultado de la cantidad de emisión del PM₁₀ del combustible alterno 3.

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de PM ₁₀ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM ₁₀ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1.81	644.50	1.17	3.49	7.00	0.0105
LADRI2	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI3	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI4	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI5	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI6	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI7	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI8	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI9	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI10	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI11	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI12	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI13	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI14	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI15	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI16	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI17	1.81	1 289.00	2.33	7.00	14.00	0.0210
LADRI18	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI19	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI20	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI21	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI22	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI23	1.81	1 289.00	2.33	7.00	14.00	0.0210
LADRI24	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI25	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI26	1.81	1 289.00	2.33	7.00	14.00	0.0210
LADRI27	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI28	1.81	1 289.00	2.33	7.00	14.00	0.0210
LADRI29	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI30	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI31	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI32	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI33	1.81	1 289.00	2.33	7.00	14.00	0.0210
LADRI34	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI35	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105
LADRI36	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI37	1.81	1 289.00	2.33	7.00	14.00	0.0210
LADRI38	1.81	966.75	1.75	5.25	10.50	0.0157
LADRI39	1.81	644.50	1.17	3.50	7.00	0.0105

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

d) Resultados de la cantidad de emisión de PM10 con el combustible alternativo 4 – Residuos de algodón

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **106**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10 .

En la

Tabla 20 se observa los resultados de la cantidad de emisión del cuarto combustible alternativo que son los residuos de algodón.

Tabla 20:

Resultados de la cantidad de emisión del PM₁₀ del combustible alterno 4.

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de PM ₁₀ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM ₁₀ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI2	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI3	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI4	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI5	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI6	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI7	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI8	13.37	1020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI9	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI10	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI11	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI12	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI13	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI14	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI15	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI16	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI17	13.37	1361.14	18.20	54.60	109.19	0.1638
LADRI18	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI19	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI20	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI21	13.37	6 80.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI22	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI23	13.37	1 361.14	18.20	54.60	109.19	0.1638
LADRI24	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI25	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI26	13.37	1 361.14	18.20	54.60	109.19	0.1638
LADRI27	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI28	13.37	1 361.14	18.20	54.60	109.19	0.1638
LADRI29	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI30	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI31	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI32	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI33	13.37	1 361.14	18.20	54.60	109.19	0.1638
LADRI34	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI35	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819
LADRI36	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI37	13.37	1 361.14	18.20	54.60	109.19	0.1638

LADRI38	13.37	1 020.86	13.65	40.95	81.89	0.1228
LADRI39	13.37	680.57	9.10	27.30	54.60	0.0819

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

e) Resultados de la cantidad de emisión de PM10 con el combustible alternativo 5 – Residuos de Cebada

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **107**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 21 se observa los resultados de la cantidad de emisión del quinto combustible alternativo que son los residuos de cebada.

Tabla 21:

Resultados de la cantidad de emisión del PM₁₀ del combustible alterno 5.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM ₁₀ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM ₁₀ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI2	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI3	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI4	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI5	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI6	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI7	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI8	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI9	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI10	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI11	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI12	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI13	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI14	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI15	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI16	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI17	1.77	1 142.73	2.02	6.07	12.14	0.0182
LADRI18	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI19	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI20	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI21	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI22	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI23	1.77	1 142.73	2.02	6.07	12.14	0.0182
LADRI24	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI25	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI26	1.77	1 142.73	2.02	6.07	12.14	0.0182
LADRI27	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI28	1.77	1 142.73	2.02	6.07	12.14	0.0182
LADRI29	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI30	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI31	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI32	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI33	1.77	1 142.73	2.02	6.07	12.14	0.0182
LADRI34	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI35	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091
LADRI36	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI37	1.77	1 142.73	2.02	6.07	12.14	0.0182
LADRI38	1.77	857.05	1.52	4.55	9.10	0.0137
LADRI39	1.77	571.37	1.01	3.03	6.07	0.0091

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación

lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.1.3. Resultados de la reducción de emisiones de PM₁₀

En la Tabla 22 se muestra la reducción del PM₁₀ de los 5 combustibles alternos para las 39 ladrilleras artesanales.

Tabla 22:

Reducción de Tn de PM₁₀ al año.

Reducción de PM ₁₀ (Tn/año)					
LADRI	COMB.1	COMB.2	COMB.3	COMB.4	COMB.5
LADRI1	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI2	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI3	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI4	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI5	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI6	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI7	0.1350	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI8	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI9	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI10	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI11	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI12	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI13	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI14	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI15	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI16	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI17	0.2602	0.2568	0.2904	0.1476	0.2932
LADRI18	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI19	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI20	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI21	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI22	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI23	0.2602	0.2568	0.2904	0.1476	0.2932
LADRI24	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI25	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI26	0.2602	0.2568	0.2904	0.1476	0.2932
LADRI27	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI28	0.2602	0.2568	0.2904	0.1476	0.2932
LADRI29	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI30	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI31	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466

LADRI32	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI33	0.2602	0.2568	0.2904	0.1476	0.2932
LADRI34	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI35	0.1301	0.1278	0.1452	0.0738	0.1466
LADRI36	0.1952	0.1278	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI37	0.2602	0.1278	0.2904	0.1476	0.2932
LADRI38	0.1952	0.1926	0.2178	0.1107	0.2199
LADRI39	0.1301	0.1284	0.1452	0.0738	0.1466

Nota: COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

4.1.2. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM_{2.5} en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan.

Los resultados de la reducción de la emisión del PM_{2.5} se obtiene mediante la diferencia de la cantidad de emisión del combustible actual y el combustible alternativo.

4.1.2.1. Resultados de la cantidad de emisión de PM_{2.5} con combustible actual

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **108**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible actual el cual fue recopilado mediante la aplicación del instrumento de recolección de datos que se muestra en el ANEXO N°13; y el factor de emisión se muestra en la Tabla 7.

En la

Tabla 23 se muestra las cantidades de emisiones del contaminante $PM_{2.5}$ generados por el uso del combustible actual (leña de Eucalipto) en el horneado de ladrillos artesanales.

Tabla 23:

Resultados de la cantidad de emisión del PM_{2.5} con el combustible actual.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI-E. LL	CANT.EMI-E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM _{2.5} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM _{2.5} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI2	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI3	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI4	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI5	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI6	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI7	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI8	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI9	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI10	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI11	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI12	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI13	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI14	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI15	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI16	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI17	2.88	2 000	5.76	17.28	34.56	0.0518
LADRI18	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI19	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI20	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI21	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI22	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI23	2.88	2 000	5.76	17.28	34.56	0.0518
LADRI24	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI25	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI26	2.88	2 000	5.76	17.28	34.56	0.0518
LADRI27	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI28	2.88	2 000	5.76	17.28	34.56	0.0518
LADRI29	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI30	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI31	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI32	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI33	2.88	2 000	5.76	17.28	34.56	0.0518
LADRI34	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI35	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259
LADRI36	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI37	2.88	2 000	5.76	17.28	34.56	0.0518
LADRI38	2.88	1 500	4.32	12.96	25.92	0.0389
LADRI39	2.88	1 000	2.88	8.64	17.28	0.0259

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.2.2. Resultados de la cantidad de emisión de $PM_{2.5}$ con los combustibles alternos

a. Resultados de la cantidad de emisión de $PM_{2.5}$ con el combustible alternativo 1

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **109**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 24 se observa los resultados de las cantidades de emisión del combustible alternativo 1 que vienen hacer los residuos de maíz.

Tabla 24:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 1

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM _{2.5} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM _{2.5} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI2	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI3	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI4	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI5	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI6	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI7	2.70	698.64	1.89	5.66	11.32	0.0170
LADRI8	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI9	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI10	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI11	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI12	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI13	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI14	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI15	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI16	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI17	2.54	1397.29	3.55	10.65	21.29	0.0319
LADRI18	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI19	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI20	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI21	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI22	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI23	2.54	1397.29	3.55	10.65	21.29	0.0319
LADRI24	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI25	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI26	2.54	1 397.29	3.55	10.65	21.29	0.0319
LADRI27	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI28	2.54	1 397.29	3.55	10.65	21.29	0.0319
LADRI29	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI30	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI31	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI32	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI33	2.54	1 397.29	3.55	10.65	21.29	0.0319
LADRI34	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI35	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160
LADRI36	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI37	2.54	1 397.29	3.55	10.65	21.29	0.0319
LADRI38	2.54	1 047.97	2.66	7.99	15.97	0.0240
LADRI39	2.54	698.64	1.77	5.32	10.65	0.0160

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

b) Resultados de la cantidad de emisión de PM_{2.5} con el combustible alternativo 2

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **110**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la *Tabla 25* se observa los resultados de la cantidad de emisión del combustible alternativo 2 que viene hacer los residuos de trigo.

Tabla 25:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 2.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI-E. LL	CANT.EMI-E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM _{2.5} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM _{2.5} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI2	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI3	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI4	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI5	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI6	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI7	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI8	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI9	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI10	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI11	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI12	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI13	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI14	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI15	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI16	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI17	2.54	1 490.17	3.79	11.36	22.71	0.0341
LADRI18	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI19	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI20	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI21	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI22	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI23	2.54	1 490.17	3.79	11.36	22.71	0.0341
LADRI24	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI25	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI26	2.54	1 490.17	3.79	11.36	22.71	0.0341
LADRI27	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI28	2.54	1 490.17	3.79	11.36	22.71	0.0341
LADRI29	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI30	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI31	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI32	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI33	2.54	1 490.17	3.79	11.36	22.71	0.0341
LADRI34	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI35	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
LADRI36	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255
LADRI37	2.54	1 490.17	3.79	11.36	22.71	0.0341
LADRI38	2.54	1 117.63	2.84	8.52	17.03	0.0255

LADRI39	2.54	745.09	1.89	5.68	11.36	0.0170
---------	------	--------	------	------	-------	--------

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

c) Resultados de la cantidad de emisión de PM_{2.5} con el combustible alternativo 3

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **111**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 26 se observa los resultados de la cantidad de emisión del tercer combustible alternativo que son los residuos de caña de azúcar.

Tabla 26:

Resultado de la cantidad de emisión del combustible alterno 3.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM _{2.5} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM _{2.5} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI2	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI3	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI4	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI5	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI6	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI7	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI8	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI9	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI10	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI11	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI12	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI13	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI14	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI15	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI16	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI17	1.19	1 289.00	1.53	4.60	9.20	0.0138
LADRI18	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI19	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI20	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI21	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI22	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI23	1.19	1 289.00	1.53	4.60	9.20	0.0138
LADRI24	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI25	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI26	1.19	1 289.00	1.53	4.60	9.20	0.0138
LADRI27	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI28	1.19	1 289.00	1.53	4.60	9.20	0.0138
LADRI29	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI30	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI31	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI32	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI33	1.19	1 289.00	1.53	4.60	9.20	0.0138
LADRI34	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI35	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069
LADRI36	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI37	1.19	1 289.00	1.53	4.60	9.20	0.0138
LADRI38	1.19	966.75	1.15	3.45	6.90	0.0104
LADRI39	1.19	644.50	0.77	2.30	4.60	0.0069

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

d) Resultados de la cantidad de emisión de PM_{2.5} con el combustible alternativo 4

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **112**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 27 se observa los resultados de la cantidad de emisión del cuarto combustible alternativo que son los residuos de algodón.

Tabla 27:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 4.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de PM _{2.5} /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM _{2.5} /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI2	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI3	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI4	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI5	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI6	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI7	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI8	8.22	1020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI9	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI10	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI11	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI12	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI13	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI14	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI15	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI16	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI17	8.22	1361.14	11.19	33.57	67.13	0.1007
LADRI18	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI19	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI20	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI21	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI22	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI23	8.22	1 361.14	11.19	33.57	67.13	0.1007
LADRI24	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI25	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI26	8.22	1 361.14	11.19	33.57	67.13	0.1007
LADRI27	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI28	8.22	1 361.14	11.19	33.57	67.13	0.1007
LADRI29	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI30	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI31	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI32	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI33	8.22	1 361.14	11.19	33.57	67.13	0.1007
LADRI34	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI35	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503
LADRI36	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI37	8.22	1 361.14	11.19	33.57	67.13	0.1007
LADRI38	8.22	1 020.86	8.39	25.17	50.35	0.0755
LADRI39	8.22	680.57	5.59	16.78	33.57	0.0503

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

e) Resultados de la cantidad de emisión de PM_{2.5} con el combustible alternativo 5

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **113**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 28 se observa los resultados de la cantidad de emisión del quinto combustible alternativo que son los residuos de cebada.

Tabla 28:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 5.

Ladrillera	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI-E. LL	CANT.EMI-E. S	CANT.EMI
	g de PM2.5 /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de PM2.5 /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI2	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI3	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI4	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI5	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI6	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI7	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI8	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI9	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI10	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI11	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI12	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI13	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI14	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI15	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI16	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI17	1.19	1 142.73	1.36	4.08	8.16	0.0122
LADRI18	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI19	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI20	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI21	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI22	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI23	1.19	1142.73	1.36	4.08	8.16	0.0122
LADRI24	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI25	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI26	1.19	1 142.73	1.36	4.08	8.16	0.0122
LADRI27	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI28	1.19	1 142.73	1.36	4.08	8.16	0.0122
LADRI29	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI30	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI31	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI32	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI33	1.19	1 142.73	1.36	4.08	8.16	0.0122
LADRI34	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI35	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061
LADRI36	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI37	1.19	1 142.73	1.36	4.08	8.16	0.0122
LADRI38	1.19	857.05	1.02	3.06	6.12	0.0092
LADRI39	1.19	571.37	0.68	2.04	4.08	0.0061

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.2.3. Resultados de la reducción de emisiones de PM2.5.

En la

Tabla 29 se muestra la reducción del $PM_{2.5}$ de los combustibles Alternos para las 39 ladrilleras Artesanales.

Tabla 29:

Reducción en Tn de PM_{2.5} al año.

REDUCCIÓN DE PM _{2.5} (Tn/año)					
LADRILLERAS	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5
LADRI1	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI2	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI3	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI4	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI5	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI6	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI7	0.0089	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI8	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI9	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI10	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI11	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI12	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI13	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI14	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI15	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI16	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI17	0.0199	0.0178	0.0380	-0.0489	0.0396
LADRI18	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI19	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI20	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI21	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI22	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI23	0.0199	0.0178	0.0380	-0.0489	0.0396
LADRI24	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI25	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI26	0.0199	0.0178	0.0380	-0.0489	0.0396
LADRI27	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI28	0.0199	0.0178	0.0380	-0.0489	0.0396
LADRI29	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI30	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI31	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI32	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI33	0.0199	0.0178	0.0380	-0.0489	0.0396
LADRI34	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI35	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198
LADRI36	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI37	0.0199	0.0178	0.0380	-0.0489	0.0396
LADRI38	0.0149	0.0133	0.0285	-0.0366	0.0297
LADRI39	0.0099	0.0089	0.0190	-0.0244	0.0198

Nota: COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

4.1.3. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan

Los resultados de la reducción de la emisión del CO se obtienen mediante la diferencia de la cantidad de emisión del combustible actual y el combustible alternativo.

4.1.3.1. Resultados de la cantidad de emisión de CO con combustible actual

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **114**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible actual el cual fue recopilado mediante la aplicación del instrumento de recolección de datos que se muestra en el ANEXO N°13; y el factor de emisión se muestra en la Tabla 7.

En la

Tabla 30 se muestra las cantidades de emisiones del contaminante CO generados por el uso del combustible actual (leña de Eucalipto) en el horneado de ladrillos artesanales.

Tabla 30:

Resultados de la cantidad de emisión del CO con el combustible actual.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de CO /Kg de COMB	Kg de COMB /horneado	Kg de CO /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI2	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI3	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI4	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI5	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI6	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI7	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI8	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI9	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI10	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI11	126.3	1000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI12	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI13	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI14	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI15	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI16	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI17	126.3	2 000	252.60	757.80	1515.60	2.2734
LADRI18	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI19	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI20	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI21	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI22	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI23	126.3	2 000	252.60	757.80	1515.60	2.2734
LADRI24	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI25	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI26	126.3	2 000	252.60	757.80	1515.60	2.2734
LADRI27	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI28	126.3	2 000	252.60	757.80	1515.60	2.2734
LADRI29	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI30	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI31	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI32	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI33	126.3	2 000	252.60	757.80	1515.60	2.2734
LADRI34	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI35	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367
LADRI36	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI37	1 26.3	2 000	252.60	757.80	1515.60	2.2734
LADRI38	126.3	1 500	189.45	568.35	1136.70	1.7051
LADRI39	126.3	1 000	126.30	378.90	757.80	1.1367

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.3.2. Resultados de la cantidad de emisión de CO con los combustibles alternos

a) Resultados de la cantidad de emisión de CO con el combustible alternativo 1.

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **115**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 31 se observa los resultados de la cantidad de emisión del primer combustible alternativo que son los residuos de maíz.

Tabla 31:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 1

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de CO /Kg de COMB	Kg de COMB /horneado	Kg de CO /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI2	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI3	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI4	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI5	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI6	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI7	34.61	698.64	24.18	72.54	145.08	0.2176
LADRI8	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI9	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI10	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI11	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI12	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI13	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI14	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI15	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI16	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI17	28.85	1397.29	40.31	120.94	241.87	0.3628
LADRI18	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI19	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI20	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI21	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI22	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI23	28.85	1397.29	40.31	120.94	241.87	0.3628
LADRI24	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI25	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI26	28.85	1 397.29	40.31	120.94	241.87	0.3628
LADRI27	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI28	28.85	1 397.29	40.31	120.94	241.87	0.3628
LADRI29	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI30	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI31	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI32	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI33	28.85	1 397.29	40.31	120.94	241.87	0.3628
LADRI34	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI35	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814
LADRI36	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI37	28.85	1 397.29	40.31	120.94	241.87	0.3628
LADRI38	28.85	1 047.97	30.23	90.70	181.40	0.2721
LADRI39	28.85	698.64	20.16	60.47	120.94	0.1814

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

b) Resultados de la cantidad de emisión de CO con el combustible alternativo 2.

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **116**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 32 se observa los resultados de la cantidad de emisión del segundo combustible alternativo que son los residuos de trigo.

Tabla 32:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 2

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de CO /Kg de COMB	Kg de COMB /horneado	Kg de CO /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI2	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI3	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI4	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI5	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI6	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI7	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI8	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI9	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI10	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI11	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI12	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI13	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI14	28.85	1117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI15	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI16	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI17	28.85	1 490.17	42.99	128.97	257.95	0.3869
LADRI18	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI19	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI20	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI21	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI22	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI23	28.85	1 490.17	42.99	128.97	257.95	0.3869
LADRI24	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI25	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI26	28.85	1 490.17	42.99	128.97	257.95	0.3869
LADRI27	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI28	28.85	1 490.17	42.99	128.97	257.95	0.3869
LADRI29	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI30	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI31	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI32	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI33	28.85	1 490.17	42.99	128.97	257.95	0.3869
LADRI34	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI35	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935
LADRI36	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI37	28.85	1 490.17	42.99	128.97	257.95	0.3869
LADRI38	28.85	1 117.63	32.24	96.73	193.46	0.2902
LADRI39	28.85	745.09	21.50	64.49	128.97	0.1935

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

c) Resultados de la cantidad de emisión de CO con el combustible alternativo 3.

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **117**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 33 se observa los resultados de la cantidad de emisión del tercer combustible alternativo que son los residuos de caña de azúcar.

Tabla 33:

Resultado de la cantidad de emisión del combustible alterno 3.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de CO /Kg de COMB	Kg de COMB /horneado	Kg de CO /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI2	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI3	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI4	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI5	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI6	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI7	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI8	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI9	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI10	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI11	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI12	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI13	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI14	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI15	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI16	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI17	25.7	1 289.00	33.13	99.38	198.76	0.2981
LADRI18	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI19	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI20	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI21	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI22	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI23	25.7	1 289.00	33.13	99.38	198.76	0.2981
LADRI24	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI25	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI26	25.7	1 289.00	33.13	99.38	198.76	0.2981
LADRI27	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI28	25.7	1 289.00	33.13	99.38	198.76	0.2981
LADRI29	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI30	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI31	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI32	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI33	25.7	1 289.00	33.13	99.38	198.76	0.2981
LADRI34	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI35	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491
LADRI36	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI37	25.7	1 289.00	33.13	99.38	198.76	0.2981
LADRI38	25.7	966.75	24.85	74.54	149.07	0.2236
LADRI39	25.7	644.50	16.56	49.69	99.38	0.1491

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

d) Resultados de la cantidad de emisión de CO con el combustible alternativo 4.

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **118**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 34 se observa los resultados de la cantidad de emisión del cuarto combustible alternativo que son los residuos de algodón.

Tabla 34:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 4.

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
LADRI	g de CO /Kg de COMB	Kg de COMB /horneado	Kg de CO /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI2	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI3	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI4	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI5	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI6	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI7	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI8	75.81	1020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI9	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI10	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI11	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI12	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI13	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI14	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI15	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI16	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI17	75.81	1361.14	103.19	309.56	619.13	0.9287
LADRI18	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI19	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI20	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI21	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI22	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI23	75.81	1 361.14	103.19	309.56	619.13	0.9287
LADRI24	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI25	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI26	75.81	1 361.14	103.19	309.56	619.13	0.9287
LADRI27	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI28	75.81	1 361.14	103.19	309.56	619.13	0.9287
LADRI29	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI30	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI31	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI32	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI33	75.81	1 361.14	103.19	309.56	619.13	0.9287
LADRI34	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI35	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643
LADRI36	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI37	75.81	1 361.14	103.19	309.56	619.13	0.9287
LADRI38	75.81	1 020.86	77.39	232.17	464.35	0.6965
LADRI39	75.81	680.57	51.59	154.78	309.56	0.4643

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

e) Resultados de la cantidad de emisión de CO con el combustible alternativo 5.

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **119**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 35 se observa los resultados de la cantidad de emisión del quinto combustible alternativo que son los residuos de cebada.

Tabla 35:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 5.

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de CO /Kg de COMB	Kg de COMB /horneado	Kg de CO /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI2	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI3	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI4	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI5	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI6	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI7	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI8	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI9	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI10	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI11	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI12	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI13	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI14	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI15	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI16	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI17	33.31	1 142.73	38.06	114.19	228.39	0.3426
LADRI18	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI19	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI20	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI21	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI22	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI23	33.31	1 142.73	38.06	114.19	228.39	0.3426
LADRI24	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI25	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI26	33.31	1 142.73	38.06	114.19	228.39	0.3426
LADRI27	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI28	33.31	1 142.73	38.06	114.19	228.39	0.3426
LADRI29	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI30	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI31	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI32	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI33	33.31	1 142.73	38.06	114.19	228.39	0.3426
LADRI34	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI35	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713
LADRI36	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI37	33.31	1 142.73	38.06	114.19	228.39	0.3426
LADRI38	33.31	857.05	28.55	85.64	171.29	0.2569
LADRI39	33.31	571.37	19.03	57.10	114.19	0.1713

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.3.3. Resultados de la reducción de emisiones de CO

En la

Tabla 36 se muestra la reducción del CO con los combustibles alternos para las 39 ladrilleras artesanales.

Tabla 36:
Reducción de emisión en Tn de CO al año.

REDUCCION DE CO (Tn/año)					
LADRILLERAS	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5
LADRI1	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI2	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI3	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI4	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI5	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI6	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI7	0.9191	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI8	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI9	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI10	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI11	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI12	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI13	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI14	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI15	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI16	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI17	1.9106	1.8865	1.9753	1.3447	1.9308
LADRI18	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI19	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI20	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI21	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI22	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI23	1.9106	1.8865	1.9753	1.3447	1.9308
LADRI24	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI25	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI26	1.9106	1.8865	1.9753	1.3447	1.9308
LADRI27	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI28	1.9106	1.8865	1.9753	1.3447	1.9308
LADRI29	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI30	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI31	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI32	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI33	1.9106	1.8865	1.9753	1.3447	1.9308
LADRI34	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI35	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654
LADRI36	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI37	1.9106	1.8865	1.9753	1.3447	1.9308
LADRI38	1.4329	1.4149	1.4814	1.0085	1.4481
LADRI39	0.9553	0.9432	0.9876	0.6724	0.9654

Nota: COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

4.1.4. Resultados de la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO₂ en la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan

Los resultados de la reducción de la emisión del CO₂ se obtiene mediante la diferencia de la cantidad de emisión del combustible actual y el combustible alterno.

4.1.4.1. Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con combustible actual

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **120**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible actual el cual fue recopilado mediante la aplicación del instrumento de recolección de datos que se muestra en el ANEXO N°13; y el factor de emisión se muestra en la Tabla 7.

En la

Tabla 37 se muestra las cantidades de emisiones del contaminante CO₂ generados por el uso del combustible actual (leña de Eucalipto) en el horneado de ladrillos artesanales.

Tabla 37:

Resultados de la cantidad de emisión del CO₂ con el combustible actual

	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
Ladrilleras	g de CO ₂ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de CO ₂ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI2	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI3	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI4	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI5	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI6	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI7	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI8	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI9	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI10	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI11	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI12	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI13	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI14	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI15	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI16	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI17	1 700	2 000	3 400.00	10 200.00	20400.00	30.6000
LADRI18	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI19	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI20	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI21	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI22	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI23	1 700	2 000	3 400.00	10 200.00	20400.00	30.6000
LADRI24	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI25	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI26	1 700	2 000	3 400.00	10 200.00	20400.00	30.6000
LADRI27	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI28	1 700	2 000	3 400.00	10 200.00	20400.00	30.6000
LADRI29	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI30	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI31	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI32	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI33	1 700	2 000	3 400.00	10 200.00	20400.00	30.6000
LADRI34	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI35	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000
LADRI36	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI37	1 700	2 000	3 400.00	10 200.00	20400.00	30.6000
LADRI38	1 700	1 500	2 550.00	7 650.00	15 300.00	22.9500
LADRI39	1 700	1 000	1 700.00	5 100.00	10 200.00	15.3000

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.4.2. Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con los combustibles alternos

a) Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con el combustible alternativo 1 – Residuos de maíz

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **121**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 38 se observa los resultados de la cantidad de emisión del primer combustible alternativo que son los residuos de maíz.

Tabla 38:

Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ del combustible alterno 1

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de CO ₂ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de CO ₂ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI2	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI3	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI4	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI5	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI6	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI7	1 747.8	698.64	1 221.09	3 663.28	7 326.55	10.9898
LADRI8	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI9	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI10	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI11	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI12	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI13	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI14	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI15	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI16	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI17	1812.49	1397.29	2 532.57	7 597.72	15 195.44	22.7932
LADRI18	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI19	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI20	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI21	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI22	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI23	1812.49	1397.29	2 532.57	7 597.72	15 195.44	22.7932
LADRI24	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI25	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI26	1812.49	1397.29	2 532.57	7 597.72	15 195.44	22.7932
LADRI27	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI28	1812.49	1397.29	2 532.57	7 597.72	15 195.44	22.7932
LADRI29	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI30	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI31	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI32	1 812.49	1 047.97	1 899.43	5 698.29	11 396.58	17.0949
LADRI33	1812.49	1397.29	2 532.57	7 597.72	15 195.44	22.7932
LADRI34	1 812.49	698.64	1 266.29	3 798.86	7 597.72	11.3966
LADRI35	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	11.3966
LADRI36	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	17.0949
LADRI37	4.07	1 397.29	5.69	17.06	34.12	22.7932
LADRI38	4.07	1 047.97	4.27	12.80	25.59	17.0949
LADRI39	4.07	698.64	2.84	8.53	17.06	11.3966

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

b) Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con el combustible alternativo 2 – Residuos de Trigo

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **122**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10

En la

Tabla 39 se observa los resultados de la cantidad de emisión del segundo combustible alternativo que son los residuos de trigo.

Tabla 39:

Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ del combustible alterno 2

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de CO ₂ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de CO ₂ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI2	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI3	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI4	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI5	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI6	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI7	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI8	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI9	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI10	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI11	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI12	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI13	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI14	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI15	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI16	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI17	1 812.49	1 490.17	2 700.92	8 102.77	16 205.55	24.3083
LADRI18	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI19	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI20	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI21	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI22	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI23	1 812.49	1 490.17	2 700.92	8 102.77	16 205.55	24.3083
LADRI24	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI25	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI26	1 812.49	1 490.17	2 700.92	8 102.77	16 205.55	24.3083
LADRI27	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI28	1 812.49	1 490.17	2 700.92	8 102.77	16 205.55	24.3083
LADRI29	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI30	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI31	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI32	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI33	1 812.49	1 490.17	2 700.92	8 102.77	16 205.55	24.3083
LADRI34	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI35	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542
LADRI36	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI37	1 812.49	1 490.17	2 700.92	8 102.77	16 205.55	24.3083
LADRI38	1 812.49	1 117.63	2 025.69	6 077.08	12 154.16	18.2312
LADRI39	1 812.49	745.09	1 350.46	4 051.39	8 102.77	12.1542

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

c) Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con el combustible alternativo 3 – Caña de Azúcar

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **123**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 40 se observa los resultados de la cantidad de emisión del tercer combustible alternativo que son los residuos de caña de azúcar.

Tabla 40:

Resultado de la cantidad de emisión del CO₂ del combustible alterno 3

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de CO ₂ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de CO ₂ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI2	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI3	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI4	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI5	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI6	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI7	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI8	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI9	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI10	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI11	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI12	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI13	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI14	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI15	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI16	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI17	1 617.98	1 289.00	2 085.58	6 256.73	12 513.46	18.7702
LADRI18	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI19	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI20	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI21	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI22	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI23	1 617.98	1 289.00	2 085.58	6 256.73	12 513.46	18.7702
LADRI24	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI25	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI26	1 617.98	1 289.00	2 085.58	6 256.73	12 513.46	18.7702
LADRI27	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI28	1 617.98	1 289.00	2 085.58	6 256.73	12 513.46	18.7702
LADRI29	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI30	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI31	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI32	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI33	1 617.98	1 289.00	2 085.58	6 256.73	12 513.46	18.7702
LADRI34	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI35	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851
LADRI36	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI37	1 617.98	1 289.00	2 085.58	6 256.73	12 513.46	18.7702
LADRI38	1 617.98	966.75	1 564.18	4 692.55	9 385.09	14.0776
LADRI39	1 617.98	644.50	1 042.79	3 128.36	6 256.73	9.3851

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

**d) Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con el combustible
alterno 4 – Residuos de algodón**

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **124**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alterno y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 41 se observa los resultados de la cantidad de emisión del cuarto combustible alternativo que son los residuos de algodón.

Tabla 41:

Resultados de la cantidad de emisión del CO₂ del combustible alterno 4

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de CO ₂ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de CO ₂ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI2	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI3	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI4	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI5	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI6	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI7	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI8	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI9	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI10	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI11	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI12	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI13	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI14	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI15	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI16	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI17	1690.41	1 361.14	2 300.89	6 902.66	13 805.31	20.7080
LADRI18	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI19	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI20	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI21	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI22	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI23	1690.41	1 361.14	2 300.89	6 902.66	13 805.31	20.7080
LADRI24	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI25	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI26	1690.41	1 361.14	2 300.89	6 902.66	13 805.31	20.7080
LADRI27	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI28	1690.41	1 361.14	2 300.89	6 902.66	13 805.31	20.7080
LADRI29	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI30	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI31	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI32	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI33	1690.41	1 361.14	2 300.89	6 902.66	13 805.31	20.7080
LADRI34	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI35	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540
LADRI36	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI37	1690.41	1 361.14	2 300.89	6 902.66	13 805.31	20.7080
LADRI38	1 690.41	1 020.86	1 725.66	5 176.99	10 353.98	15.5310
LADRI39	1 690.41	680.57	1 150.44	3 451.33	6 902.66	10.3540

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

e) Resultados de la cantidad de emisión de CO₂ con el combustible alternativo 5 – Residuos de Cebada

Este resultado se obtiene mediante la ecuación **125**, para esta ecuación se requiere determinar el consumo del combustible alternativo y el factor de emisión se muestra en la Tabla 10.

En la

Tabla 42 se observa los resultados de la cantidad de emisión del quinto combustible alternativo que son los residuos de cebada.

Tabla 42:

Resultados de la cantidad de emisión del combustible alterno 5

LADRI	F. E	A	CANT.EMI	CANT.EMI- E. LL	CANT.EMI- E. S	CANT. EMI
	g de CO ₂ /Kg de COMB	Kg de COMB/horneado	Kg de CO ₂ /horneado	Kg/año	Kg/año	Tn/año
LADRI1	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI2	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI3	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI4	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI5	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI6	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI7	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI8	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI9	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI10	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI11	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI12	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI13	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI14	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI15	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI16	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI17	1 692.64	1 142.73	1 934.23	5 802.69	11 605.39	17.4081
LADRI18	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI19	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI20	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI21	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI22	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI23	1 692.64	1 142.73	1 934.23	5 802.69	11 605.39	17.4081
LADRI24	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI25	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI26	1 692.64	1 142.73	1 934.23	5 802.69	11 605.39	17.4081
LADRI27	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI28	1 692.64	1 142.73	1 934.23	5 802.69	11 605.39	17.4081
LADRI29	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI30	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI31	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI32	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	13.0561
LADRI33	1 692.64	1 142.73	1 934.23	5 802.69	11 605.39	17.4081
LADRI34	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI35	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040
LADRI36	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI37	1 692.64	1 142.73	1 934.23	5 802.69	11 605.39	17.4081
LADRI38	1 692.64	857.05	1 450.67	4 352.02	8 704.04	13.0561
LADRI39	1 692.64	571.37	967.12	2 901.35	5 802.69	8.7040

Nota: LADRI=ladrillera, COMB= Combustible, CONT= Contaminante, F. E= factor de emisión, A= Consumo de combustible, CANT.EMI= Cantidad de emisión, CANT.EMI- E. LL= Cantidad de emisión en estación lluviosa, CANT.EMI- E. S= Cantidad de emisión en estación seca, g= gramos, Kg= Kilogramos y Tn= Toneladas.

4.1.4.3. Resultados de la reducción de emisiones de CO₂

En la

Tabla 43, se muestra la reducción del CO₂ de los combustibles alternos para las 39 ladrilleras artesanales.

Tabla 43:

Reducción de Tn de CO₂ al año

REDUCCION DE CO ₂ (Tn/año)					
LADRILLERAS	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5
LADRI1	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI2	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI3	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI4	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI5	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI6	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI7	4.3102	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI8	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI9	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI10	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI11	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI12	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI13	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI14	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI15	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI16	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI17	7.8068	6.2917	11.8298	9.892	13.1920
LADRI18	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI19	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI20	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI21	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI22	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI23	7.8068	6.2917	11.8298	9.892	13.1920
LADRI24	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI25	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI26	7.8068	6.2917	11.8298	9.892	13.1920
LADRI27	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI28	7.8068	6.2917	11.8298	9.892	13.1920
LADRI29	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI30	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI31	3.9034	3.1458	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI32	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI33	7.8068	6.2917	11.8298	9.892	13.1920
LADRI34	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI35	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960
LADRI36	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI37	7.8068	6.2917	11.8298	9.892	13.1920
LADRI38	5.8551	4.7188	8.8724	7.419	9.8939
LADRI39	3.9034	3.1460	5.9149	4.9460	6.5960

Nota: COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

4.1.4.1. Resultados de la cantidad requerida de los combustibles alternos

La masa (cantidad) de los combustibles alternos que se requiere al año para las 39 ladrilleras del distrito de San Jerónimo de TUNÁN se muestra en la

Tabla 44.

Tabla 44:

Consumo de los combustibles alternos

LADRI	CONSUMO DE COMBUSTIBLE REQUERIDA (Kg/año)				
	COMB.1	COMB.2	COMB.3	COMB.4	COMB.5
LADRI1	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI2	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI3	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI4	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI5	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI6	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI7	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI8	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI9	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI10	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI11	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI12	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI13	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI14	13 575.64	14 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI15	14 575.64	15 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI16	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI17	16 767.48	17 882.04	15 468	16 333.68	13 712.76
LADRI18	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI19	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI20	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI21	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI22	9 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI23	16 767.48	17 882.04	15 468	16 333.68	13 712.76
LADRI24	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI25	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI26	16 767.48	17 882.04	15 468	16 333.68	13 712.76
LADRI27	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI28	16 767.48	17 882.04	15 468	16 333.68	13 712.76
LADRI29	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI30	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI31	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44

LADRI32	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI33	16 767.48	17 882.04	15 468	16 333.68	13 712.76
LADRI34	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI35	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
LADRI36	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI37	16 767.48	17 882.04	15 468	16 333.68	13 712.76
LADRI38	12 575.64	13 411.56	11 601	12 250.32	10 284.6
LADRI39	8 383.68	8 941.08	7 734	8 166.84	6 856.44
TOTAL (kg/año)	414 993.96	442 582.2	38 2833	404 259.12	339 392.52
TOTAL (Tn/año)	414.9940	442.5822	382.8330	404.2591	339.3925

Nota: COMB.1=residuo de maíz, COMB.2=residuo de trigo, COMB.3=residuo de caña de azúcar, COMB.4=residuo de algodón y COMB.5=residuo de cebada.

En la

Tabla 45, se muestra la producción anual de los combustibles alternos, asimismo la masa que se requiere por cada ladrillera, además de la cantidad disponible.

Tabla 45:
Combustibles alternos requeridos

	COMBUSTIBLES ALTERNOS EN Tn/año				
	COMB.1	COMB.2	COMB.3	COMB.4	COMB.5
Producción de COMB.	3 819.09	10 021.12	1 433 712.28	37 291.2	22 759.65
Requerimiento de COMB.	414.99	442.5822	382.833	404.25912	339.39252
Combustible Disponible	3 404.10	9 578.54	1433 329.45	36 886.94	22 420.26

Nota: COMB.1=residuo de maíz, COMB.2=residuo de trigo, COMB.3=residuo de caña de azúcar, COMB.4=residuo de algodón y COMB.5=residuo de cebada.

4.1.5. Resultados de la evaluación de los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo

El resultado de la evaluación de los combustibles alternos (1, 2, 3 y 5) evidencia que existe reducción de emisión en la cantidad de los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, CO y CO₂, y la evaluación del combustible alternativo 4 muestra que reduce las cantidades de emisiones de los contaminantes PM₁₀, CO y CO₂ por otro lado el contaminante PM_{2.5} es emitido en mayor cantidad.

En la siguiente

Tabla 46 se muestra el total de emisiones que generan las ladrillas artesanales en el distrito de San Jerónimo de Tunan, sumándose los contaminantes de todas las ladrilleras para cada combustible.

Tabla 46.

Cantidades de emisiones totales del PM₁₀ del distrito de San Jerónimo de Tunan

CONT (Tn/año)	COMB. actual	COMB.1	COMB.2	COMB. 3	COMB. 4	COMB. 5
	Leña	R. Maíz	R. Trigo	R. Caña de azúcar	R. Algodón	R. Cebada
PM ₁₀	7.77	1.31	1.38	0.54	3.96	0.45

Notas: CONT= contaminante, COMB. Actual= combustible actual, COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

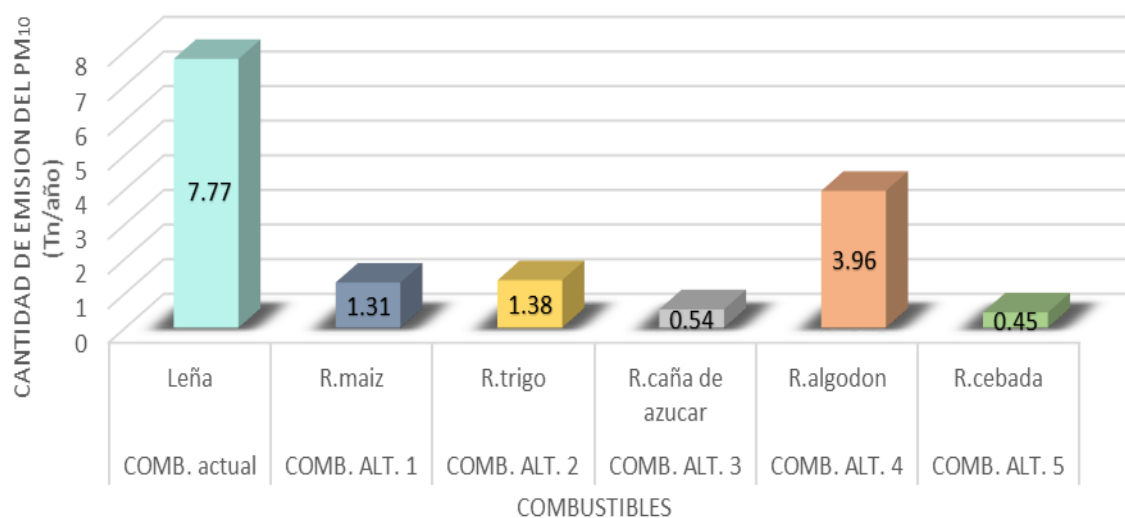


Figura 17. Cantidades de emisiones totales del PM₁₀ del distrito de San Jerónimo de Tunan.

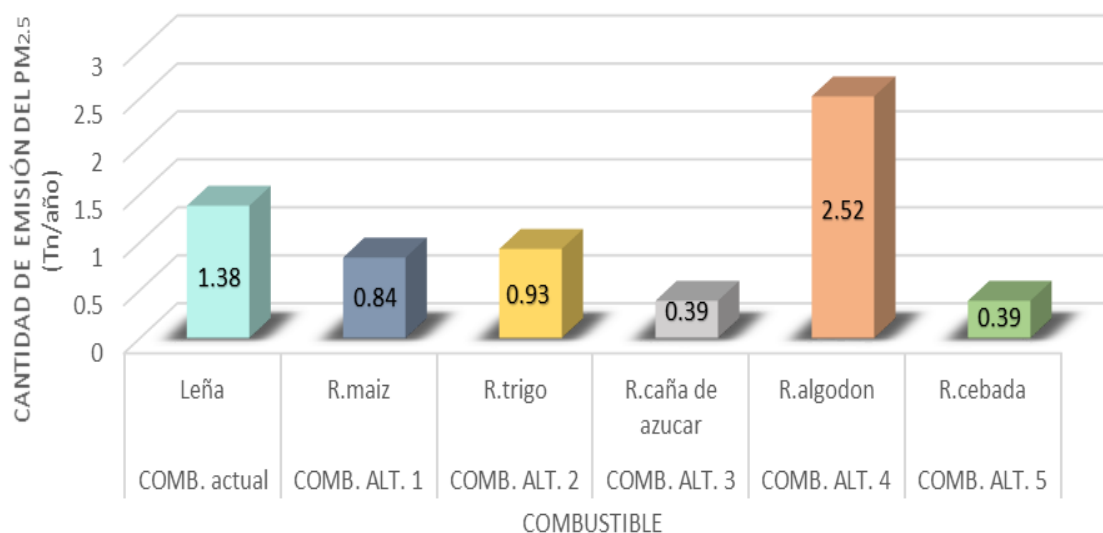


Figura 16. Cantidad de emisión total del PM_{2.5} del distrito de San Jerónimo de Tunan.

Todos los combustibles alternos reducen las emisiones del PM₁₀ en las 39 ladrilleras artesanales, pero en mayor cantidad reduce el combustible alternativo 5 (residuos de Cebada), seguido el combustible alternativo 3 (residuos de Caña de Azúcar).

En la siguiente

Tabla 47 se muestra el total de emisiones que generan las ladrillas artesanales en el distrito de San Jerónimo de Tunan, sumándose los contaminantes de todas las ladrilleras para cada combustible.

Tabla 47.

Cantidades de emisiones totales del PM_{2.5} del distrito de San Jerónimo de Tunan.

CONT	COMB. actual	COMB. ALT. 1	COMB. ALT. 2	COMB. ALT. 3	COMB. ALT. 4	COMB. ALT. 5
	Leña	R. Maíz	R. Trigo	R. Caña de azúcar	R. Algodón	R. Cebada
PM _{2.5}	1.38	0.84	0.93	0.39	2.52	0.39

Notas: CONT= contaminante, COMB. Actual= combustible actual, COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

Todos los combustibles alternos reducen las emisiones del PM_{2.5} en las 39 ladrilleras artesanales, siendo el combustible alternativo 5 (residuos de Cebada) reduce en mayor cantidad las emisiones del contaminante en mención, seguido el combustible alternativo 3 (residuos de Caña de Azúcar). Sin embargo, el combustible alternativo 4 (residuos de Algodón) es la que tiene mayor emisión del contaminante del PM_{2.5} que el combustible actual.

En la siguiente *Tabla 48*, se muestra el total de emisiones que generan las ladrillas artesanales en el distrito de San Jerónimo de Tunan, sumándose los contaminantes de todas las ladrilleras para cada combustible.

Tabla 48.

Cantidad total de emisiones de CO del distrito de San Jerónimo de Tunan

CONT	COMB. actual	COMB. ALT. 1	COMB. ALT. 2	COMB. ALT. 3	COMB. ALT. 4	COMB. ALT. 5
	Leña	R. Maíz	R. Trigo	R. Caña de azúcar	R. Algodón	R. Cebada
CO	56.37	9.19	9.51	7.38	22.92	8.46

Notas: CONT= contaminante, COMB. Actual= combustible actual, COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

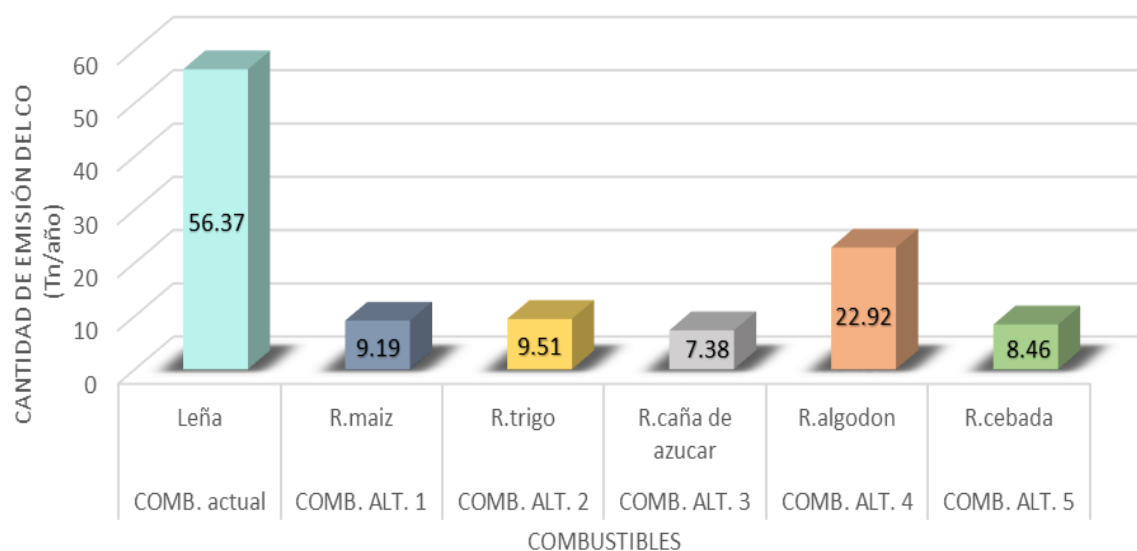


Figura 18. Cantidad total de emisiones de CO del distrito de San Jerónimo de Tunan.

Todos los combustibles alternos reducen las emisiones del CO en las 39 ladrilleras artesanales, obteniendo que el combustible alternativo 5 (residuos de Cebada) es la que tiene mayor reducción.

En la siguiente tabla se muestra el total de emisiones que generan las ladrillas artesanales en el distrito de San Jerónimo de Tunan, sumándose los contaminantes de todas las ladrilleras para cada combustible.

Tabla 49.

Cantidades de emisiones totales del CO₂ del distrito de San Jerónimo de Tunan

CONT	COMB. actual	COMB. ALT. 1	COMB. ALT. 2	COMB. ALT. 3	COMB. ALT. 4	COMB. ALT. 5
	Leña	R. Maíz	R. Trigo	R. Caña de azúcar	R. Algodón	R. Cebada
CO ₂	757.35	561.28	601.53	464.7	512.43	430.8

Notas: CONT= contaminante, COMB. Actual= combustible actual, COMB.1=residuos de maíz, COMB.2=residuos de trigo, COMB.3=residuos de caña de azúcar, COMB.4=residuos de algodón, COMB.5=residuos de cebada.

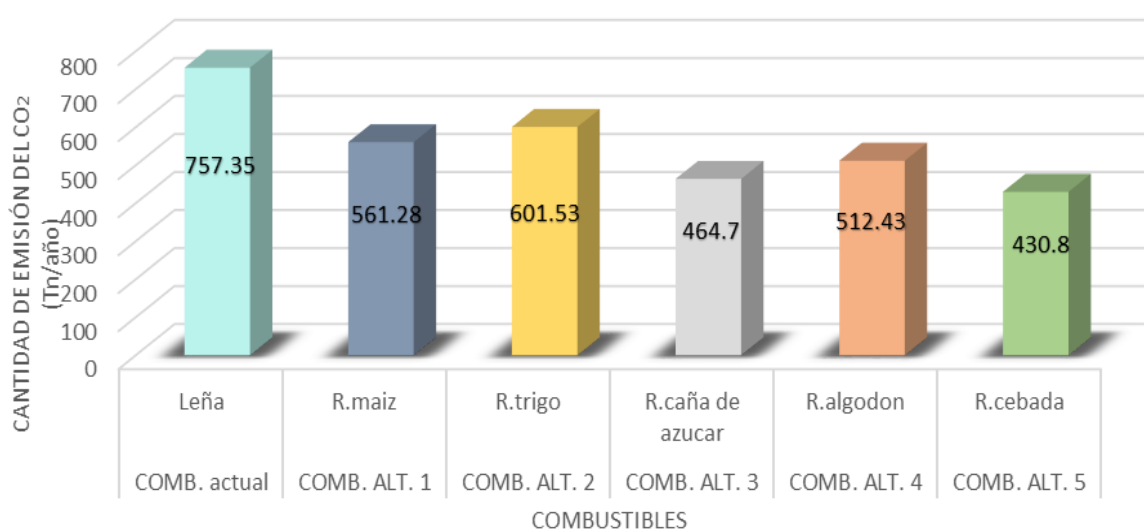


Figura 19. Cantidad total de emisiones de CO₂ del distrito de San Jerónimo de Tunan.

Todos los combustibles alternos reducen las emisiones del CO₂ en las 39 ladrilleras artesanales, pero en mayor cantidad reduce el combustible alternativo 5 (residuos de Cebada).

4.2. Prueba de Hipótesis

4.2.1. Prueba de hipótesis general

Ha: El empleo de los combustibles alternos reduce las emisiones generadas en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo comparadas con el empleo del combustible actual.

Ho: El empleo de los combustibles alternos no reduce las emisiones generadas en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo comparadas con el empleo del combustible actual.

Realizada la prueba de medianas con el estadístico de Kruskal- Wallis por tipo de contaminante, se observa que el contaminante PM_{10} generado en la producción artesanal de ladrillos es reducido usando los 5 combustibles alternos planteados, siendo el combustible alternativo 5 (residuos de cebada), el que reduce en mayor cantidad con un rango promedio de 30.62 Tn/año; el contaminante $PM_{2.5}$ es reducido con un rango promedio de 30.62 Tn/año usando cada combustible alternativo con excepción del combustible 4 (residuos de algodón) que no reduce el contaminante $PM_{2.5}$ al contrario tiene mayor emisión comparados con el combustible actual, obteniendo los residuos de algodón un rango promedio de 211,31 Tn/año y el combustible actual de 172,31 Tn/año; el contaminante CO es reducido usando los 5 combustibles alternos, siendo el combustible alternativo 3 (residuos de caña de azúcar), el que reduce en mayor cantidad con un rango promedio de 51,85 Tn/año finalmente el contaminante CO_2 es reducido usando los 5 combustibles alternos, siendo el combustible alternativo 5 (residuos de cebada), el que reduce en mayor cantidad con un rango promedio de 64,77 Tn/año.

4.2.2. Prueba de Hipótesis Específica N.º 1

4.2.2.1. Hipótesis de la investigación

- Ha: Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Ho: Los combustibles alternos no influyen en la reducción de las emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

El análisis preliminar para someter a prueba la hipótesis formulada, requiere de la comprobación de la distribución normal o no normal de los datos, el mismo que permite establecer el uso de la prueba de medias como ANOVA o la prueba a través de las medianas, tal es el caso del estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 50:

Resumen de procesamiento de datos del contaminante PM_{10}

Combustible	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Comb. Actual	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de maíz	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de trigo	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de caña de azúcar	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de algodón	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de cebada	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%

La investigación posee un nivel de confianza del 95%, con una distribución no normal concerniente a la cantidad de emisiones del PM_{10} , puesto que hay presencia de valores atípicos del contaminante en mención en las 39 ladrilleras de San Jerónimo de Tunan. Así mismo de manera estadística se demuestra que sigue una distribución no normal cuando el valor P para el contaminante PM_{10} es menor a 0.05, lo que permite rechazar su hipótesis de distribución normal como se muestra en la Tabla 51. Esta prueba se ha realizado con el estadístico de Shapiro Wilk al tener una muestra inferior a 50 ladrilleras; este resultado de distribución no normal nos conlleva a establecer el uso de prueba de hipótesis a través de comparación de medianas, como el estadístico de Kruskal- Wallis.

Tabla 51:

Prueba de normalidad el contaminante de PM_{10}

Combustible	Kolmogorov-Smirnov*			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Comb. Actual	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de maíz	,333	39	,000	,795	39	,000
Residuos de trigo	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de caña de azúcar	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de algodón	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de cebada	,377	39	,000	,691	39	,000

*Corrección de significación de Lilliefors

4.2.2.2. Prueba estadística

El rango medio del contaminante PM_{10} se puede usar para comparar la influencia de los diferentes tipos de combustibles. Si estos grupos de tratamiento tienen diferentes puntuaciones del contaminante PM_{10} , se puede evaluar utilizando la tabla Estadísticas de prueba, que presenta el resultado de la prueba H de Kruskal-Wallis.

Tabla 52:

Rangos del contaminante PM_{10} por tipo de combustible

Contaminante	Tipo de combustible	N	Rango promedio
PM_{10} (Tn/Año)	Actual	39	211,31
	Residuos de maíz	39	107,54
	Residuos de trigo	39	126,38
	Residuos de caña de azúcar	39	49,46
	Residuos de algodón	39	179,69
	Residuos de cebada	39	30,62
	Total	234	

- **Prueba de H de Kruskal-Wallis**

Tabla 53:

Estadísticos de prueba^{a,b} del PM_{10}

	PM_{10} (Tn/Año)
H de Kruskal-Wallis	214,306
Gl	5
Sig. Asintótica	,000
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Contaminante	
PM_{10}	

Una prueba de Kruskal-Wallis o prueba H, mostró que había una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación del contaminante PM_{10} (Tn/año) entre los tipos de combustible, H de Kruskal-Wallis = 214.306, Valor de P (Sig. Bil.) = 0.000, con una puntuación del contaminante PM_{10} de rango medio de 211.31 Tn/año para el combustible actual, 107.54 Tn/año para el combustible Residuos de maíz, 126.38 Tn/año para el combustible Residuos de trigo, 49.46 Tn/año para el combustible Residuos de caña de

azúcar, 179.69 Tn/año para el combustible Residuos de algodón y 30,62 Tn/año para el combustible Residuos de cebada.

Al ser el Valor de P (Sig. Bil.) = 0.000 < Significancia = 0.005 se Rechaza H_0 de igualdad de medianas para el contaminante PM_{10} por cada tipo de combustible. Por lo tanto, al menos una de las medianas es diferente a las demás en cuanto al contaminante PM_{10} (Tn/año).

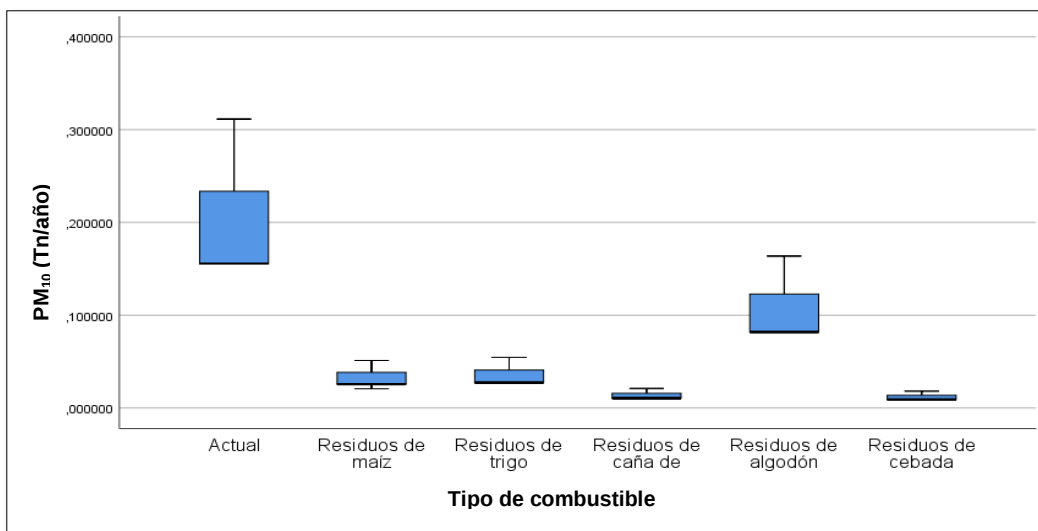


Figura 20. Contaminante PM_{10} por tipo de combustible.

Mediante la prueba de hipótesis Kruskal-Wallis o prueba H se comprueba que los 5 combustibles alternos propuestos influyen en la reducción en las cantidades de emisiones de PM_{10} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo como se muestra en la Figura 20.

4.2.3. Prueba de Hipótesis Específica N.º 2

4.2.3.1. Hipótesis de la investigación

- H_a : Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de $PM_{2.5}$ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo
- H_0 : Los combustibles alternos no influyen en la reducción de las emisiones de $PM_{2.5}$ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

El análisis preliminar para someter a prueba la hipótesis formulada, requiere de la comprobación de la distribución normal o no normal de los datos, el mismo que permite establecer el uso de la prueba de medias como ANOVA o la prueba a través de las medianas, tal es el caso del estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 54:

Resumen de procesamiento de datos del contaminante $PM_{2.5}$

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Comb. Actual	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de maíz	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de trigo	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de caña de azúcar	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de algodón	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de cebada	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%

La investigación posee un nivel de confianza del 95%, con una distribución no normal concerniente a la cantidad de emisiones del $PM_{2.5}$, puesto que hay presencia de valores atípicos del contaminante en mención en las 39 ladrilleras de San Jerónimo de Tunan. Así mismo de manera estadística se demuestra que sigue una distribución no normal cuando el valor P para el contaminante $PM_{2.5}$ es menor a 0.05, lo que permite rechazar su hipótesis de distribución normal como se muestra en la Tabla 55. Esta prueba se ha realizado con el estadístico de Shapiro Wilk al tener una muestra inferior a 50 ladrilleras; este resultado de distribución no normal nos conlleva a establecer el uso de prueba de hipótesis a través de comparación de medianas, como el estadístico de Kruskal- Wallis.

Tabla 55:

Prueba de normalidad del contaminante $PM_{2.5}$

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Comb. Actual	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de maíz	,337	39	,000	,723	39	,000
Residuos de trigo	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de caña de azúcar	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de algodón	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de cebada	,377	39	,000	,691	39	,000

*Corrección de significación de Lilliefors

4.2.3.2. Prueba estadística

El rango medio del contaminante $PM_{2.5}$ se puede usar para comparar el efecto de los diferentes tipos de combustibles. Si estos grupos de tratamiento tienen diferentes puntuaciones del contaminante $PM_{2.5}$, se puede evaluar utilizando la tabla Estadísticas de prueba, que presenta el resultado de la prueba H de Kruskal-Wallis.

Tabla 56:

Rangos del contaminante $PM_{2.5}$

	Tipo de Combustible	N	Rango promedio
$PM_{2.5}$ (Tn/año)	Actual	39	172,31
	Residuos de maíz	39	112,31
	Residuos de trigo	39	130,08
	Residuos de caña de azúcar	39	48,38
	Residuos de algodón	39	211,31
	Residuos de cebada	39	30,62
	Total	234	

- **Prueba de H de Kruskal-Wallis**

Tabla 57:

Estadísticos de prueba^{a,b} del $PM_{2.5}$

	$PM_{2.5}$ (Tn/año)
H de Kruskal-Wallis	208,231
GI	5
Sig. Asintótica	,000
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Combinación $PM_{2.5}$	

Una prueba de Kruskal-Wallis o prueba H mostró que había una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación del contaminante $PM_{2.5}$ (Tn/año) entre los tipos de combustible, H de Kruskal-Wallis = 208,231, Valor de P (Sig, Bil.) = 0,000, con una puntuación del contaminante $PM_{2.5}$ de rango medio de 172,31 el combustible actual, 112,31 para el combustible Residuos de maíz, 130,08 para el combustible Residuos de trigo, 48,38 para

el combustible Residuos de caña de azúcar, 211,31 para el combustible Residuos de algodón y 30,62 para el combustible Residuos de cebada.

Al ser el Valor de P (Sig. Bil.) = 0,000 < Significancia = 0,005 se Rechaza H_0 de igualdad de medianas para el contaminante $PM_{2,5}$ por cada tipo de combustible. Por lo tanto, al menos una de las medianas es diferente a las demás en cuanto al contaminante $PM_{2,5}$ (Tn/año)

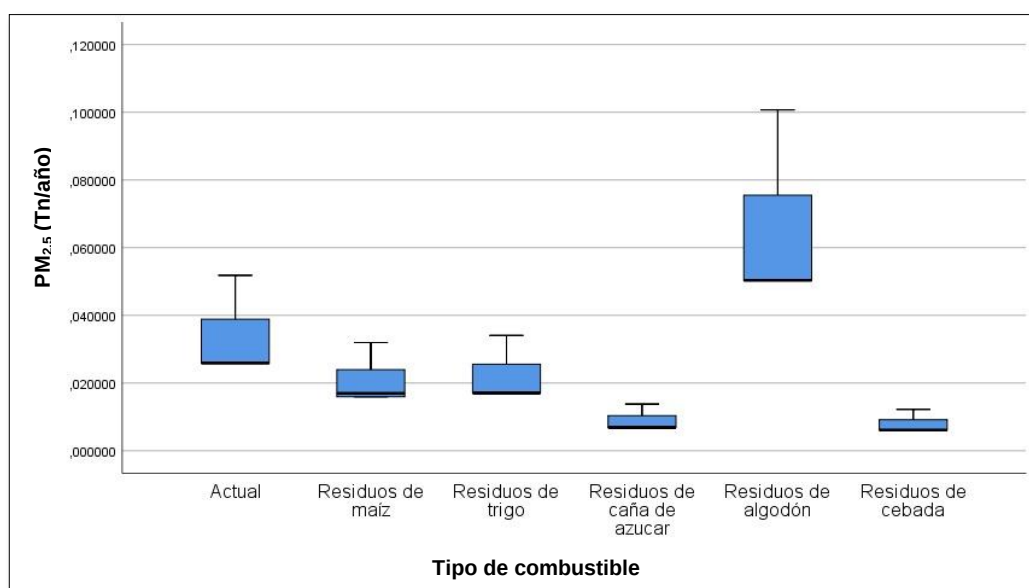


Figura 21. Contaminante $PM_{2,5}$ por tipo de combustible.

Mediante la prueba de hipótesis Kruskal-Wallis o prueba H se comprueba que los combustibles alternos 1, 2, 3 y 5 propuestos influyen en la reducción en las cantidades de emisiones de $PM_{2,5}$ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo, sin embargo el combustible 4 (residuos de algodón) no influye en la reducción de las cantidades de emisiones de $PM_{2,5}$, debido a que se evidencia un aumento en las cantidades de emisión de este contaminante comparadas con el combustible actual como se muestra en la Figura 21.

4.2.4. Prueba de Hipótesis Específica N.º 3

4.2.4.1. Hipótesis de la investigación

- H_a : Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

- Ho: Los combustibles alternos no influyen en la reducción de las emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

El análisis preliminar para someter a prueba la hipótesis formulada, requiere de la comprobación de la distribución normal o no normal de los datos, el mismo que permite establecer el uso de la prueba de medias como ANOVA o la prueba a través de las medianas, tal es el caso del estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 58:

Resumen de procesamiento de datos del contaminante CO

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Comb. Actual	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de maíz	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de trigo	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de caña de azúcar	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de algodón	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de cebada	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%

La investigación posee un nivel de confianza del 95%, con una distribución no normal concerniente a la cantidad de emisiones del CO, puesto que hay presencia de valores atípicos del contaminante en mención en las 39 ladrilleras de San Jerónimo de Tunan. Así mismo de manera estadística se demuestra que sigue una distribución no normal cuando el valor P para el contaminante CO es menor a 0.05, lo que permite rechazar su hipótesis de distribución normal como se muestra en la

Tabla 59Tabla 51. Esta prueba se ha realizado con el estadístico de Shapiro Wilk al tener una muestra inferior a 50 ladrilleras; este resultado de distribución no normal nos conlleva a establecer el uso de prueba de hipótesis a través de comparación de medianas, como el estadístico de Kruskal- Wallis.

Tabla 59:

Prueba de normalidad del contaminante CO.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Comb. Actual	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de maíz	,238	39	,000	,776	39	,000
Residuos de trigo	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de caña de azúcar	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de algodón	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de cebada	,377	39	,000	,691	39	,000

***Corrección de significación de Lilliefors**

4.2.4.2. Prueba estadística

El rango medio del contaminante CO se puede usar para comparar el efecto de los diferentes tipos de combustibles. Si estos grupos de tratamiento tienen diferentes puntuaciones del contaminante CO, se puede evaluar utilizando la tabla Estadísticas de prueba, que presenta el resultado de la prueba H de Kruskal-Wallis.

Tabla 60:

Rangos del contaminante CO por Tipo de combustible

Tipo de Combustible		N	Rango promedio
CO (Tn/año)	Actual	39	215,00
	Residuos de maíz	39	91,69
	Residuos de trigo	39	100,85
	Residuos de caña de azúcar	39	51,85
	Residuos de algodón	39	176,00
	Residuos de cebada	39	69,62
	Total	234	

- **Prueba de H de Kruskal-Wallis**

Tabla 61:

Estadísticos de prueba^{a,b} del CO

	CO (Tn/año)
H de Kruskal-Wallis	175,350
GI	5
Sig. Asintótica	,000
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Contaminante CO	

Una prueba de Kruskal-Wallis o prueba H mostró que había una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación del contaminante CO (Tn/año) entre los tipos de combustible, H de Kruskal-Wallis = 175,350, Valor de P = 0,000, con una puntuación del contaminante CO de rango medio de 215,0 para el combustible actual, 91,69 para el combustible Residuos de maíz, 100,85 para el combustible Residuos de trigo, 51,85 para el combustible Residuos de caña de azúcar, 176,0 para el combustible Residuos de algodón y 69,62 para el combustible de Residuos de cebada.

Al ser el Valor de P (Sig. Bil.) = 0,000 < Significancia = 0,005 se Rechaza Ho de igualdad de medianas para la combinación de CO. Por lo tanto, al menos una de las medianas es diferente a las demás en cuanto a las emisiones de CO (Tn/año).

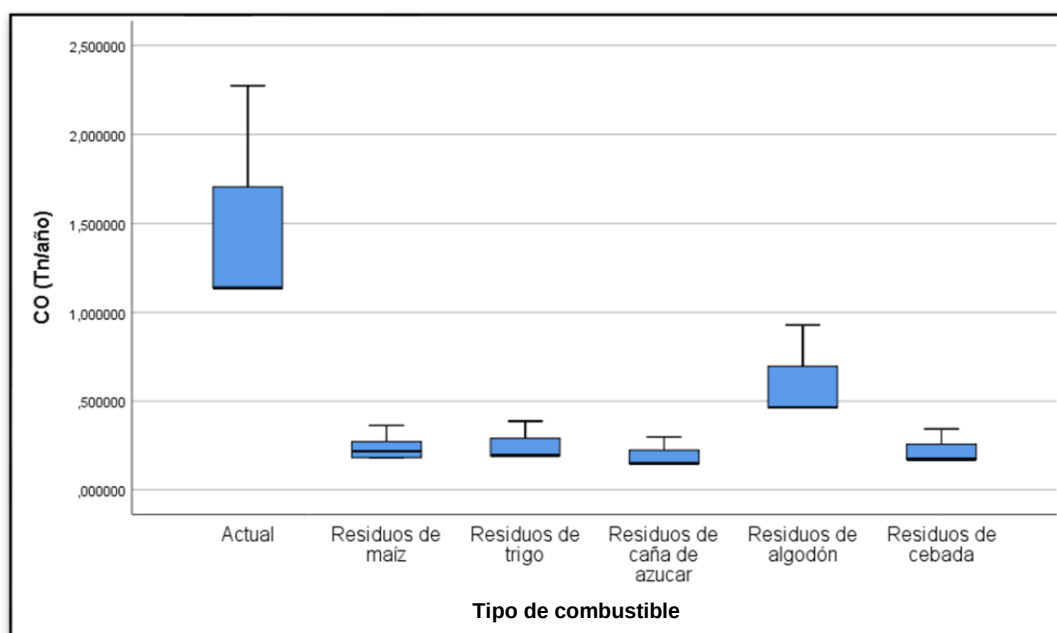


Figura 22. Contamínate CO por tipo de combustible.

Mediante la prueba de hipótesis Kruskal-Wallis o prueba H se comprueba que los 5 combustibles alternos propuestos influyen en la reducción en las cantidades de emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo como se muestra en la Figura 22.

4.2.5. Prueba de Hipótesis Específica N.º 4

4.2.5.1. Hipótesis de la investigación

- Ha: Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM₁₀ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.
- Ho: Los combustibles alternos no influyen en la reducción de las emisiones de PM₁₀ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.

El análisis preliminar para someter a prueba la hipótesis formulada, requiere de la comprobación de la distribución normal o no normal de los datos, el mismo que permite establecer el uso de la prueba de medias como ANOVA o la prueba a través de las medianas, tal es el caso del estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 62:

Resumen de procesamiento de datos del contaminante CO₂

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Comb. Actual	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de maíz	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de trigo	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de caña de azúcar	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de algodón	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%
Residuos de cebada	39	100,0%	0	0,0%	39	100,0%

La investigación posee un nivel de confianza del 95%, con una distribución no normal concerniente a la cantidad de emisiones del CO₂, puesto que hay presencia de valores atípicos del contaminante en mención en las 39 ladrilleras de San Jerónimo de Tunan. Así mismo de manera estadística se

demuestra que sigue una distribución no normal cuando el valor P para el contaminante CO₂ es menor a 0.05, lo que permite rechazar su hipótesis de distribución normal como se muestra en la Tabla 63 Tabla 51. Esta prueba se ha realizado con el estadístico de Shapiro Wilk al tener una muestra inferior a 50 ladrilleras; este resultado de distribución no normal nos conlleva a establecer el uso de prueba de hipótesis a través de comparación de medianas, como el estadístico de Kruskal- Wallis.

Tabla 63:

Prueba de normalidad del contaminante CO₂

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Comb. Actual	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de maíz	,369	39	,000	,715	39	,000
Residuos de trigo	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de caña de azúcar	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de algodón	,377	39	,000	,691	39	,000
Residuos de cebada	,377	39	,000	,691	39	,000

***Corrección de significación de Lilliefors**

4.2.5.2. Prueba estadística

El rango medio del contaminante CO₂ se puede usar para comparar el efecto de los diferentes tipos de combustibles. Si estos grupos de tratamiento tienen diferentes puntuaciones del contaminante CO₂, se puede evaluar utilizando la tabla Estadísticas de prueba, que presenta el resultado de la prueba H de Kruskal-Wallis.

Tabla 64:

Rangos del contaminante CO₂ por tipo de combustible.

	Tipo de Combustible	N	Rango promedio
CO₂ (Tn/Año)	Actual	39	178,54
	Residuos de maíz	39	125,00
	Residuos de trigo	39	145,54
	Residuos de caña de azúcar	39	83,92
	Residuos de algodón	39	107,23
	Residuos de cebada	39	64,77
	Total	234	

- **Prueba de H de Kruskal-Wallis**

Tabla 65:

Estadísticos de prueba^{a,b} del CO₂

	CO ₂ (Tn/Año)
H de Kruskal-Wallis	73,492
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Contaminante CO₂

Una prueba de Kruskal-Wallis H mostró que había una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación del contaminante CO₂ (Tn/año) entre los diferentes tratamientos de combinaciones de tipo de combustible, H de Kruskal-Wallis = 73,492, Valor de P = 0.000, con una puntuación del contaminante CO₂ de rango medio de 178,54 para el combustible actual, 125,0 para el combustible Residuos de maíz, 145,54 para el combustible Residuos de trigo, 83,92 para el combustible Residuos de caña de azúcar, 107,23 para el combustible Residuos de algodón y 64,7 para el combustible Residuos de cebada.

Al ser el Valor de P (Sig. Bil.) = 0.000 < Significancia = 0.005 se Rechaza Ho de igualdad de medianas para el contaminante de CO₂. Por lo tanto, al menos una de las medianas es diferente a las demás en cuanto a las emisiones de CO₂ (Tn/año).

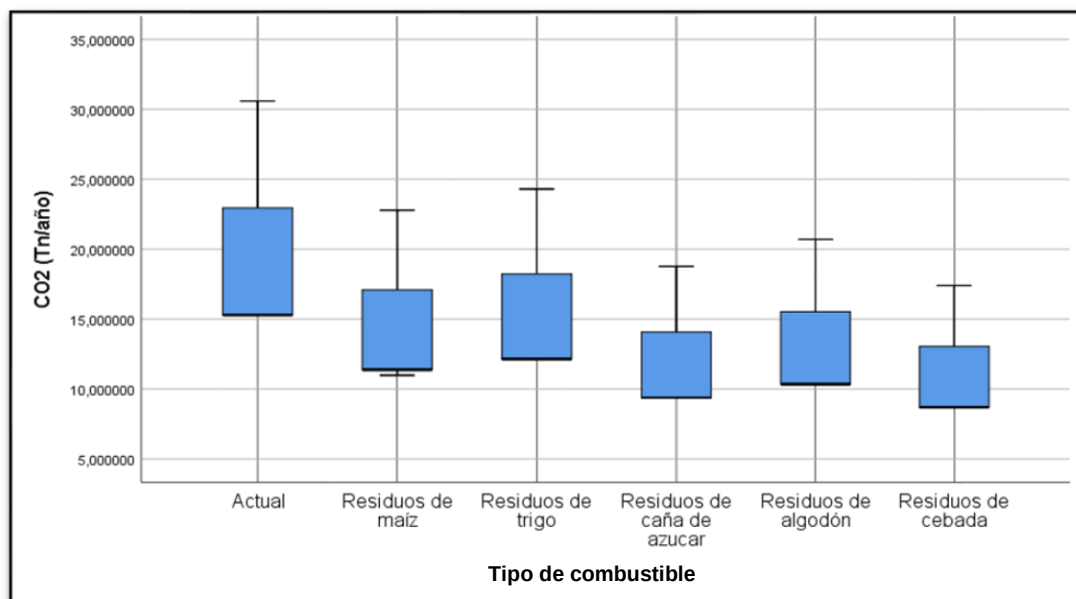


Figura 23. Contaminante CO₂ por tipo de combustible.

Mediante la prueba de hipótesis Kruskal-Wallis o prueba H se comprueba que los 5 combustibles alternos propuestos influyen en la reducción en las cantidades de emisiones de CO₂ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo como se muestra en la Figura 23.

4.3. Discusión de resultados

Para el análisis de esta investigación, un dato indispensable fue la producción agrícola, el cual es necesario para obtener la cantidad total de los residuos agrícolas como fuente energética, el mismo que se requiere para lograr el objetivo de reducir las emisiones generadas por las ladrilleras; así como lo presenta Danny Núñez (10) en su investigación “Using agricultural waste for the production of biofuels (departamento del Meta – Colombia)”, en el que menciona que la producción de un cultivo es indispensable, puesto que con ello se obtiene el residuo agrícola como un biocombustible sólido con el fin de reducir las emisiones de contaminantes que se genera por la combustión.

La metodología usada para determinar las cantidades de emisiones generadas producto de la fabricación de ladrillos artesanales en el distrito de San Jerónimo de TUNÁN y de los combustibles alternos para tal fin, fue el AP-42 inventario de recopilación de factores de emisiones atmosféricas publicados por la US EPA (agencia de protección ambiental de los Estados Unidos). Así mismo Marcos Coronado y otros (13), en su artículo de investigación titulado “Emisiones de las quemas de Paja de Trigo en el Valle Mexicali, 1987-2010” mencionan que las emisiones generadas producto de la quema de paja de trigo son en grandes cantidades por lo que plantean usar el inventario de la EPA AP-42 estimándose las emisiones de tres tipos de contaminantes. De la misma forma Jorge L. Gaya y José L. Gómez (18) en la tesis titulada “Análisis comparativo de la contaminación atmosférica producida por la combustión en ladrilleras artesanales utilizando tres tipos de combustibles” mencionan que la leña es el combustible tradicional en ladrilleras artesanales en Cuenca el mismo que genera emisiones contaminantes, por lo que se plantea el uso de combustibles alternos para comparar las cantidades de emisiones de CO, PM₁₀, VOC, SO₂ y NO_x que generan leña de eucalipto, leña-GLP y leña-diésel utilizando a metodología del AP-42 proporcionados por la US EPA.

El rendimiento de residuos de trigo utilizado para esta investigación es de 24 813.64 Tn/ha, siendo este determinado según la información brindada por la FAO si comparamos este dato con la investigación realizada por Danny W. Núñez Camargo (66) en su artículo científico titulado “Using agricultural waste for the

production of biofuels (departamento del Meta – Colombia)” en donde menciona que el índice de generación promedio de los residuos de trigo es de 7.3 Tn/ha, existiendo así una gran diferencia entre ambos datos pudiendo justificarse principalmente debido a que la metodología empleada es diferente. En cuanto a la investigación realizada por Gabriel Pena y otros (16) en su artículo científico titulado “Potencial energético de rastrojos cerealeros” donde detalla que el índice de generación del residuo de trigo es de 2.3 - 3.5 Tn/ha observado así que persiste la diferencia ya antes mencionada.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que cuatro de los combustibles alternos (residuos de maíz, cebada, trigo y caña de azúcar) reducen de emisiones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO y CO_2 generadas en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunan, sin embargo, el combustible alternativo 4 (residuo de algodón) reduce solo las emisiones de PM_{10} , CO y CO_2 mas no del $PM_{2.5}$, emitiendo en mayor cantidad este contaminante con respecto al combustible actual.
2. Los cinco combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones del PM_{10} generada por la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de Tunan, siendo el que influye más en la reducción de emisiones de dicho contaminante el combustible alternativo 5 (residuos de cebada) con una reducción de 0.2199 Tn/año.
3. El combustible alternativo 4 (residuos de algodón) no influye en la reducción de emisiones de $PM_{2.5}$, por el contrario, emite 0.0244 Tn/año más que el combustible actual; sin embargo, en combustible alternativo 5 tiene influencia en la reducción de emisiones del $PM_{2.5}$ generada por la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de TUNÁN de 0.0297 Tn/año.
4. El combustible alternativo 5 (residuos de cebada) influye en la reducción de emisiones del CO generada por la producción artesanal de ladrillos en el distrito de San Jerónimo de TUNÁN en 1.9308 Tn/año, por otro lado, el combustible alternativo 4 es el que menos reduce las emisiones de dicho contaminante con 0.6724 Tn/año.
5. Se llega a la conclusión que el combustible alternativo 5 (residuos de cebada) es la que tiene mayor influencia en la reducción las emisiones del CO_2 generada por la producción de ladrillos artesanales en el distrito de San Jerónimo de TUNÁN con 13.1920 Tn/año, por otra parte, el combustible 2 (residuos de trigo) es la que tiene menos influencia en la reducción de emisiones con solo 3.1460 Tn/año.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el método AP-42 publicado por el US EPA para calcular cantidades de emisiones, con cualquier otro tipo de biocombustible o combustibles fósiles, este favorece a la elaboración de un inventario de emisiones contaminantes atmosféricos.
2. Se recomienda establecer un inventario de emisiones de los procesos industriales que emiten contaminantes atmosféricos, tipo de contaminante y cantidad de contaminante en el departamento de Junín, de esta manera se incentiva a los departamentos que realicen este instrumento a nivel nacional.
3. Se recomienda investigar otros tipos de combustibles alternos que reduce las cantidades de emisión en la producción artesanal de ladrillos y puedan ser comparados con los resultados de la investigación.
4. Se recomienda analizar la viabilidad económica de los combustibles alternos de la investigación para posteriormente ser planteada en un proyecto de inversión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. RODRIGUEZ VILLAMIZAR, Laura Karla, MAGICO, Adams, OSORNIO, Álvaro and ROWE, Brian. The effects of outdoor air pollution on the respiratory health of Canadian children. *Revista Clínica Las Condes*. 2017. Vol. 28, no. 1, p. 111–118. DOI 10.1155/2015/263427.
2. COALICIÓN CLIMA Y AIRE LIMPIO PARA REDUCIR LOS CONTAMINANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA. *Mitigando el carbon negro y otros contaminantes de la produccion de ladrillo* [online]. interpretativo. Francia: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2015. Available from: <https://www.ccacoalition.org/en/event/breathelife-webinar-series-para-am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe-sesi%C3%B3n-5-mitigaci%C3%B3n-del-carbono>
3. FEBRES HERRERA, Thanud. *Alternativas de Solución a la Problemática Ambiental Producida por las Ladrilleras Artesanales en Arequipa* [online]. Perú, Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2017. Available from: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2840>
4. PAEZ CLARO, Jhaircño. *Tipos de contaminantes atmosfericos asociados a la fabricacion de ladrillos artesanales en Colombia* [online]. Colombia: UNAD-Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, 2020. Available from: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/34072>
5. MAMANI AGUILAR, German. *Efectos en la salud de la población en el área de influencia de la ladiyera Santa Rita del distrito de Calana-Tacna* [online]. Perú, Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, 2015. Available from: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1028>
6. IPARRAGUIRRE MEDINA, Rina and TORRES VALDIVIA, Augusto. *Caracterización y problemática de las ladrilleras en Huachipa-Lurigancho-Lima. 2018* [online]. Perú, Lima: Universidad Católica, 2018. Available from: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/735>
7. ESTRELLA PACA, Javier. *Comparación del nivel de contaminación del aire por ladrilleras artesanales en Arequipa y Cusco – 2014* [online]. Perú, Puno: Universidad Privada San Carlos, 2014. Available from: http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4442/Javier_ESTRELLA_PACC_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. HUAYTA MEZA, Fredy Toribio. *Indicadores de Gestión empresarial en la producción de ladrillo artesanal de la región Junín - 2013* [online]. Perú, Junín: Universidad Nacional Del Centro, 2014. Available from: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1468>
9. CONDORI, Marisol. Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo. 2013. Vol. 03, N.º 02, p. 117–123. DOI 10.18259/acs.2013015. Apunt. cienc. soc
10. NUÑEZ CAMARGO, Danny Williams. Using agricultural waste for the production of biofuels (departamento del Meta – Colombia). *Tecnura*. 2012. Vol. 16, p. 142–156.

11. MARCELO ALDANA, Mario Daniel, BIZZO, Waldir Antonio and ALAMO VIERA, Marcoantonio Victor. *Evaluación del Potencial Energético de los residuos de la caña de azúcar en el Perú* [online]. Huancayo: Universidad de Piura, 2016. Available from: <http://xxiiispes.perusolar.org/wp-content/uploads/2016/10/Ponencia-N%C2%AA-26-Viernes-304.pdf>
12. GARCÍA, Conrado, MONTERO, Gisela, CORONADO, Marcos and ACOSTA, Marcela. Potencial energético de la paja de trigo en el valle de Mexicali. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol. 29, N.º 3, p. 67–72.
13. CORONADO ORTEGA, Marcos Alberto Coronado, MONTERO ALPIREZ, Gisela Montero, GARCIA GONZALES, Conrado García, PEREZ SANCHEZ, Armando Pérez and PEREZ PELAYO, Laura Janet Pérez. Emisiones de las quemas de paja de trigo en el valle de Mexicali, 1987-2010. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*. 2012. Vol. 28, p. 117–124.
14. LEÓN-MARTÍNEZ, Tamara S., DOPÍCO-RAMÍREZ, Daisy and TRIANA-HERNÁNDEZ, Omar. Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. *ICIDCA*. 2013. Vol. 47, no. 2, p. 13–22.
15. MARTILLO, José, LESME, René and OLIVA, Luis. Estimación de potencial energético de la tusa en la provincia de Los Ríos y Guayas, Ecuador. *Martillo/Centro Azúcar*. 2019. Vol. 47, no. 2, p. 11–21.
16. PENA, Gabriel, NAVARRETE, Germán and CURTO, Pedro. *Potencial energético de rastrojos cerealeros* [online]. Congreso. Uruguay: Universidad de la Republica Uruguay, 2011. Available from: https://www.fing.edu.uy/imfia/congresos/caae/assets/trabajos/new/Trabajos-Poster/85_Potencial_energ%C3%A9tico_de_rastrojos_cerealeros.pdf
17. KRATKY, Lukas and JIROUT, Tomas. Modelling of particle size characteristics and specific energy demand for mechanical size reduction of wheat straw by knife mill. *Biosystems Engineering*. 2020. Vol. 197, p. 32–44. DOI 10.1016/j.biosystemseng.2020.06.005.
18. JAYA SUCOZHAÑAY, Jotge Luis and GOMEZCOELLOVÁSQUEZ, José Luis Gomez. *Análisis comparativo de la contaminación atmosférica producida por la combustión en ladrilleras artesanales utilizando tres tipos de combustibles*. [online]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, 2012. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6359/1/UPS-CT002924.pdf>
19. ROJAS QUIROGA, Hemerson Duwan and ACEVEDO TORRES, Carlos Eduardo Acevedo. *Cuantificación del Potencial Energético de los Residuos Agrícolas de la Caña de Azúcar en el Departamento de Cundinamarca* [online]. Colombia, Cudimarca: Universidad de Concepción, 2017. Available from: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6390>
20. RUIZ RUIZ, Juan. *Potencial energético de los residuos sólidos de caña (Saccharum officinarum L) y cacao (Theobroma cacao L) en las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo, región Ucayali*. Perú, Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali, 2015.
21. CABRERA ESCOBAR, Catherine. *Evaluación del potencial energético de los residuos de maíz (Zea mays), para propuesta de aprovechamiento en el Cantón Guano*. [online]. Proyecto Técnico. Ecuador, Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, 2018. Available from:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10457>

22. MONROY, Chistian Camilo Serrato and CEPEDA, Verónica Lesmes. *Metodología para el cálculo de energía extraída a partir de la biomasa en el departamento de Cundinamarca* [online]. Colombia, Cudimarca: Universidad Distrital Francisco de Caldas, 2016. Available from:
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3687/Documento%20final%20Metodolog%EDa%20Potencial%20Energ%E9tico%20Biomasa.pdf?sequence=1>

23. PAREDES ASENSIO, Nuria. *Análisis de los parámetros que afectan sobre la viabilidad de una planta de producción de pellets* [online]. España: Universidad de Valladolid, 2014. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/211096729.pdf>

24. JIMENEZ DEL RÍO, Jorge. *Valorización energética de los residuos agrícolas en el sector productivo de la IX Región en Chile* [online]. Chile, Concepción: Universidad de Concepción, 2017. Available from:
http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/2524/3/Tesis_Valoracion_energetica_de_los_residuos.pdf

25. SECRETARÍA GENERAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL, CÍVICO, Francisco de Santa Marta León, LEÓN, Vicente Manuel Montilla, PAGÉS, Alejandro Sanz, HERAS, Teresa Parra and CLAVERO, Francisco Cáceres. *Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía*. España, 2008. ISBN 3339-2008.

26. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMATICA. *Índice de producción mensual*. [online]. 2019. [Accessed 14 November 2021]. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_cifras_pbi_desestacionalizadas.pdf

27. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. *Algodón* [online]. Boletín de publicación trimestral. Peru, 2019. [Accessed 14 November 2021]. Available from: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/440879/commodities_algodon_enero2019.pdf

28. ENCINAS MALAGON, Maria. *Medio ambiente y contaminación. Principios Básicos* [online]. I. 2011. ISBN 978-84-615-1145-7. Available from: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio%20Ambiente%20y%20Contaminaci%C3%B3n.%20Principios%20b%C3%A1sicos.pdf?sequence=6>

29. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Calidad del aire y educación ambiental*. Guía Técnica. Chile, 2016.

30. MALEKI, Maryam, ANVARI, Enayat, HOPKE, Philip K., NOORIMOTLAGH, Zahra and ABBAS, Seyyed. An updated systematic review on the association between atmospheric particulate matter pollution and prevalence of SARS-CoV-2. *Environmental Research*. 2021. Vol. 195, no. February, p. 110898. DOI 10.1016/j.envres.2021.110898.

31. ARANGUEZ, Emiliano, ORDOÑEZ, José María, SERRANO, Javier, ARAGONEZ, Nuria, FERNANDEZ, Rosalía, GANDARILLAS, Ana and GALAN, Iñaki. Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*. 1999. Vol. 73, no. 2, p. 123–132. DOI 10.1590/s1135-57271999000200003.

32. FONSECA TORRES, Johanna. *Determinación de los contaminantes atmosféricos emitidos en ladrilleras artesanales en la parroquia Ignacio Flores, Canton Lacatunga, provincia de Cotopaxi* [online]. Ecuador, Cotopaxi: Universidad técnica de cotopaxi, 2018. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5154>
33. VILLEGAS PARDO, Jhosely. *Evaluación de la ecoeficiencia en las ladrilleras del distrito Mariscal Benavides, provincia Rodriguez de Mendoza, Amazonas*. Amazonas: Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, 2016.
34. MAMANI RUIZ, Ronald Cristhian. *Estudio y evaluación de formulación de mezclas para la obtención de ladrillos de arcilla en la Ciudad de Cusco* [online]. Perú, Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2015. Available from: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2918>
35. BARRENUZUELA LESCANO, Joyce. *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura* [online]. Perú, Piura: Universidad de Piura, 2014. Available from: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1755>
36. GRUPO CONSULTIVO DE EXPERTOS (GCE). *Manual del sector de energia. Quema de Combustibles*. Guia. United Nations Framework Convention on Climate Change, [no date].
37. MANTEROLA, Héctor, CERDA, Dina and MIRA, Jorge. *Los Residuos Agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes*. Chile, 1999. ISBN 956-7874-01-8.
38. FONSECA, Sergio, RODRIGUEZ, Hugo and CAMARGO, Gabriel. Caracterización de residuos de maíz del municipio de ventaquemada, Colombia. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 2017. Vol. 2, no. 2, p. 36.
39. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, SALCEDO, B. S., SOLLEIRO, J. L., DÍAZ, O. and GAONA, C. *Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México* [online]. interpretativo. México: FAO, 2014. Available from: <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-4-analisis-de-la-cadena-de-valor-en-la-produccion-de-algodon-en-mexico.pdf> ISBN 978-92-5-308239-1 (edición impresa) E-ISBN 978-92-5-308240-7 (PDF)
40. MORENO, Irene, RAMIREZ, A, PLANA, R. and IGLESIAS, L. El cultivo del trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba*. 2001. Vol. 2, no. 4, p. 14.
41. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. Anuario estadístico de producción agrícola. *Sistema Integrado de estadística agraria* [online]. 2019. [Accessed 16 November 2021]. Available from: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>
42. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. Anuario estadístico de producción agrícola. *Sistema Integrado de estadística agraria* [online]. 2017. [Accessed 16 November 2021]. Available from: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>

43. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. Anuario estadístico de producción agrícola. *Sistema Integrado de estadística agraria* [online]. 2018. [Accessed 16 November 2021]. Available from: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>
44. ESPINO, Silvia, SANCHEZ, Juan, MARQUEZ, Liliana and BALTIERRA, Eduardo. *Aprovechamiento de la paja de trigo pretratada con hongos como posible alimento en rumiantes*. [online]. Congreso. 2018. Available from: https://www.researchgate.net/publication/330923607_Aprovechamiento_de_la_paja_de_trigo_pretratada_con_hongos_como_posible_fuente_de_alimentos_en_rumiantes
45. FERNÁNDEZ CURI, Eduardo. *Formulacion de alimentos balanceados y mejoramiento genetico en ganado lechero*. [online]. Guía Técnica. Lambayeque, 2013. Available from: https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/018-h-ganado_A.BALANCEADO_GANADO.pdf
46. GUACHO ABARCA, Edison. *Caracterización agro-morfológica el maíz (Zea mays L.) de la localidad San Jose de Chazo* [online]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>
47. DOLORES MARCELO, Henry. *Manejo integrado del cultivo de la caña de azúcar* [online]. Paiján: Agrobanco, 2011. Available from: <https://n9.cl/kjyjp>
48. ANDREA, PICO BARRIONUEVO. *Análisis de riesgos psicosociales y su incidencia en el desempeño laboral*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, 2015.
49. SUTTIE, J. M. *Conservación el heno y paja para pequeñas productoras y en condiciones pastoriles*. Roma, 2003. ISBN 92-5-304458-6.
50. NATURALES, Módulo Recursos. *Evaluación Rápida BEFS Residuos Agrícolas y Residuos Ganaderos* [online]. Manual de Usuario. Roma: FAO, 2014. Available from: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/20a4bb52-4d9b-4963-b8e5-73465c93cbdf/>
51. RAMOS GUTIERREZ, Leonardo and MONTENEGRO FRAGOSO, Manuel. La generación de energía eléctrica en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 2012. Vol. 3, no. 4, p. 197–211.
52. HURTADO RENGIFO, Pablo. Aprovechamiento de residuos de Biomasa secundaria como combustible. *Ingenium*. 2016. Vol. 01, no. 01, p. 26–30. DOI 10.18259/ing.2016004.
53. AGUILAR ROMERO, Diego. *Determinación del potencial energético de la biomasa residual de cultivos de banano en el cantón Machala, el oro, Ecuador*. [online]. Ecuador, El Oro: Universidad Politécnica Salesiana, 2019. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18090>
54. FUNDACIÓN Labein para IHOPE, S.A. *Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire* [online]. Guía Técnica. España, 2005. Available from: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eptr/es_guia/adjuntos/residuos.pdf

55. LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. *Emisiones de Fuentes móviles México - Factor de Emisión*. 2000.
56. QUEROL CACELLER, Xavier and FUNDACI?? GAS NATURAL FENOSA. *La calidad del aire en las ciudades: un reto mundial*. I. España, 2018. ISBN 978-84-09-01905-2.
57. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO and SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *Guía Metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas* [online]. 1era. Mexico, 2013. ISBN 978-956-7204-86-1. Available from: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/2F1AECB7E100DA9705257D4D005632DA/\\$FILE/Gu%C3%ADametodol%C3%B3gicaParaEstimaci%C3%B3ndeEmisiones.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/2F1AECB7E100DA9705257D4D005632DA/$FILE/Gu%C3%ADametodol%C3%B3gicaParaEstimaci%C3%B3ndeEmisiones.pdf)
58. ARROLLO BINUEZA, Juan S. and REINA GUZMÁN, Washington. Aprovechamiento del recurso biomasa a partir de los desechos de madera para una caldera de vapor. *Ingenius*. October 2016. No. 16, p. 20–29. DOI 10.17163/ings.n16.2016.03.
59. CASTILLO CABRERA, Henry Giovany. Análisis descriptivo sobre el concepto combustión en libros de texto universitarios. *Eureka*. 2012. Vol. 9, no. 3, p. 311–328. DOI 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i3.01.
60. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, JHONSS, Michael M. and KOST, Karen M. *Los índices de la producción agrícola de la FAO* [online]. Roma, 1986. 63. ISBN 978-1-62623-977-7. Available from: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA5867ES/>
61. ASALE, RAE- and RAE. emisión | Diccionario de la lengua española. «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario [online]. [Accessed 14 November 2021]. Available from: <https://dle.rae.es/emisión>
62. ASALE, RAE- and RAE. combustión | Diccionario de la lengua española. [online]. [Accessed 14 November 2021]. Available from: <https://dle.rae.es/combustión>
63. ASALE, RAE- and RAE. contaminante | Diccionario de la lengua española. «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario [online]. [Accessed 14 November 2021]. Available from: <https://dle.rae.es/contaminante>
64. BAPTISTA LUCIO, Pilar and HERNANDEZ SAMPIERI. *Metodología de la Investigación* [online]. VI. Mexico, 2015. ISBN 978-1-4562-2396-0. Available from: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
65. TAMAYO, Mario. *El proceso de la investigación científica*. Cuarta edición, 2004. ISBN 968-5748-66-7.
66. FERNÁNDEZ RODRIGUEZ JUAN, PEREZ HERNÁNDEZ JOSE ALBERTO, and GONZALES AQUILA FERNANDO. Obtención de biocombustible pireleñoso a partir del bagazo de caña de azúcar en una planta experimental cubana. *ICIDCA: Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 2012. Vol. 46, no. 2, p. 42–48.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el resultado de la evaluación de los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?	OBJETIVO GENERAL Evaluar los combustibles alternos para la reducción de emisiones en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.	HIPOTESIS GENERAL El empleo de los combustibles alternos reduce las emisiones generadas en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo comparadas con el empleo del combustible actual	VARIABLE DEPENDIENTE Combustibles Alternos VARIABLE INDEPENDIENTE Reducción de emisiones	METODO GENERAL Método científico METODO ESPECÍFICO Método experimental TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo
PROBLEMA ESPECIFICO • ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM ₁₀ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?	OBJETIVO ESPECIFICO • Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM ₁₀ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.	HIPOTESIS ESPECIFICAS • Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM ₁₀ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San		DISEÑO DE INVESTIGACION Diseño Cuasiexperimental POBLACION Y MUESTRA La población de esta investigación está comprendida por las ladrilleras artesanales del

• ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM2.5 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo? • ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo? • ¿En qué medida los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO2 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo?	• Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de PM2.5 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. • Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. • Determinar la influencia de los combustibles alternos en la reducción de emisiones de CO2 en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. •	Jerónimo de Tunán-Huancayo. • Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de PM_{2.5} en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. • Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. • Los combustibles alternos influyen en la reducción de las emisiones de CO₂ en la producción artesanal de ladrillos del distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo.	distrito de San Jerónimo de Tunán-Huancayo. Y la muestra será las 39 ladrilleras artesanales existentes en el distrito. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE ANALISIS DE DATOS TÉCNICAS • Encuesta • Análisis de documento • Tratamiento Estadístico INSTRUMENTO • Cuestionario • Guía metodológica Inventario de emisiones atmosféricas. • SPSS (Statistical Package for Social Sciences)
--	---	--	--

**ANEXO 2. FORMATO DE LA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS-ENCUESTA-
PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-
HUANCAYO**

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

N.º Encuesta: _____

Fecha de Recolección de datos: _____

Dirección/Zona de referencia: _____

DATOS DE ACTIVIDAD

Nombre de la Ladrillera: _____

Años de actividad Ladrillera: _____ N.º de hornos: _____

DATOS DE INSUMO Y PRODUCCIÓN

1. ¿Qué tipo de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- a) Leña de Eucalipto (ramas)
- b) Llantas y plásticos
- c) Residuos de madera
- d) Gas
- e) Carbón mineral

2. ¿Qué cantidad de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- a) 0.5 tonelada
- b) 1 tonelada
- c) 1.5 tonelada
- d) 2 toneladas
- e) 2.5 toneladas

3. ¿Cuánto es la producción de ladrillos por horneada?

- a) 20 millares
- b) 22 millares
- c) 23 millares
- d) 24 millares
- e) 25 millares

4. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de horneado de los ladrillos?

- a) 48 horas
- b) 60 horas
- c) 72 horas
- d) 84 horas
- e) 96 horas

5. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas de lluvia?

- a) 1 vez al mes
- b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

6. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas secas?

- a) 1 vez al mes
- b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

ANEXO 3. FORMATO DEL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos del Experto:	
Cargo e Institución donde labora:	
Grado académico obtenido:	
Instrumentos por validar:	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Tesistas:	▪ MONAGO TORRES KELLY STEFFY ▪ MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI ▪ ROMERO ASTO YOLINDA FLOR
Tesis:	EVALUACIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.						
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables						
3. Organización	El orden de los ítems y el área es adecuado.						
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para los pobladores de investigación						

5. Suficiencia	El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable.						
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica que la respalde						
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.						
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.						

OPINION DE APLICABILIDAD:

PROMEDIO DE VALORACION AL 100%:

FIRMA: _____

NOMBRE:

DNI:

GMAIL:

CEL:

ANEXO 4. INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO N.º 1: ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO.



**INFORME DE OPINION DE EXPERTOS PARA LA VALIDACION DEL INSTRUMENTO:
ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERONIMO DE
TUNAN-HUANCAYO**

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos del Experto:	ADOLFO GUSTAVO CONCHA FLORES
Cargo e Institución donde labora:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ-FACULTAD DE ARQUITECTURA
Grado académico obtenido:	Dr. EN CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
Instrumentos a validar:	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Tesistas:	▪ MONAGO TORRES KELLY STEFFY ▪ MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI ▪ ROMERO ASTO YOLINDA FLOR
Tesis:	"EVALUACIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO DE TUNÁN-HUANCAYO"

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.				X		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables				X		
3. Organización	El orden de los ítems y el área es adecuado.				X		
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el los pobladores de investigación				X		
5. Suficiencia	El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable.				X		
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica que la respalde				X		
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.				X		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.				X		

OPINION DE APLICABILIDAD:

EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN ES APLICABLE A LA
INVESTIGACIÓN.

PROMEDIO DE VALORACION AL 100%:

75%

FIRMA:

NOMBRE: ADOLFO GUSTAVO CONCHA FLORES

DNI: 23983195

EMAIL: thegustock@gmail.com

CEL: 947301726

ANEXO 5. INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO N.º 2: ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO.



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS PARA LA VALIDACION DEL INSTRUMENTO: ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERONIMO DE TUNAN-HUANCAYO

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos del Experto:	Anieval Peña Rojas
Cargo e Institución donde labora:	Universidad Nacional del Centro del Perú
Grado académico obtenido:	Doctor en Ingeniería
Instrumentos a validar:	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Tesistas:	▪ MONAGO TORRES KELLY STEFFY ▪ MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI ▪ ROMERO ASTO YOLINDA FLOR
Tesis:	"EVALUACIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO."

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

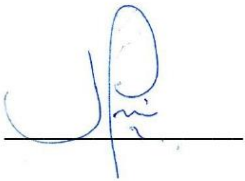
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.			X			
2. Objetividad	El instrumento está expresado en comportamientos observables			X			
3. Organización	El orden de los ítems y el área es adecuado.				X		
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el los pobladores de investigación				X		
5. Suficiencia	El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable.				X		
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica que la respalde			X			
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.				X		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.			X			

OPINION DE APLICABILIDAD:

PROMEDIO DE VALORACION AL 100%:

70%

FIRMA:



NOMBRE: Anieval Peña Rojas

DNI: 19929187

MAIL: anieval@hotmail.om

CEL: 964073335

ANEXO 6. INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO N.º 3: ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO.



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO:
ENCUESTA-PROPIETARIO DE LA LADRILLERA ARTESANAL SAN JERONIMO DE
TUNÁN-HUANCAYO**

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos del Experto:	Raquel Kerstyn Ventosilla Camac
Cargo e Institución donde labora:	Universidad Continental - Sede de Prácticas
Grado académico obtenido:	Ingeniero
Instrumentos a validar:	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Tesistas:	▪ MONAGO TORRES KELLY STEFFY ▪ MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI ▪ ROMERO ASTO YOLINDA FLOR
Tesis:	EVALUACIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.				X		
2. Objetividad	El instrumento está expresado en comportamientos observables				X		
3. Organización	El orden de los ítems y el área es adecuado.				X		
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el los pobladores de investigación				X		
5. Suficiencia	El número de ítems propuesto es suficiente para medir la variable.			X			
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica que la respalde			X			
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.				X		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.			X			

OPINION DE APLICABILIDAD:

PROMEDIO DE VALORACION AL 100%:

80%

FIRMA:

[Handwritten Signature]

NOMBRE: *Raquel Kerstyn Ventosilla Camae*

DNI: *40426582*

GMAIL: *Krstnd14@gmail.com*

CEL: *942831614*

ANEXO 7. FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N.º 1

UNIVERSIDAD CONTINENTAL - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: EVALUACION DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES EN LA PRODUCCION ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

Autores:

- MONAGO TORRES KELLY STEFFY
- MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI
- ROMERO ASTO YOLINDA FLOR

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nº Encuesta: 0-1

Fecha de Recolección de datos: 08/03/21

Dirección/Zona de referencia: _____

DATOS DE ACTIVIDAD

Nombre de la Ladrillera: _____

Años de actividad Ladrillera: _____ Nº de hornos: _____

DATOS DE INSUMO Y PRODUCCIÓN

1. ¿Qué tipo de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) Leña de Eucalipto (ramas)
- ☐ b) Llantas y plásticos
- ☐ c) Residuos de madera
- ☐ d) Gas
- ☐ e) Carbón mineral

2. ¿Qué cantidad de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☐ a) 0.5 tonelada
- ☒ b) 1 tonelada
- ☐ c) 1.5 tonelada
- ☐ d) 2 tonelada
- ☐ e) 2.5 tonelada

3. ¿Cuánto es la producción de ladrillos por horneada?	
☒ a)	20 millares
b)	22 millares
c)	23 millares
d)	24 millares
e)	25 millares
4. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de horneado de los ladrillos?	
☒ a)	48 horas
b)	60 horas
c)	72 horas
d)	84 horas
e)	96 horas
5. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas de lluvia?	
a)	1 vez al mes
☒ b)	1 vez cada 2 meses
c)	1 vez cada 3 meses
d)	2 veces cada 1 mes
e)	1 vez cada 6 meses
6. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas secas?	
☒ a)	1 vez al mes
b)	1 vez cada 2 meses
c)	1 vez cada 3 meses
d)	2 veces cada 1 mes
e)	1 vez cada 6 meses

ANEXO 8. FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N.º 5

UNIVERSIDAD CONTINENTAL - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: EVALUACION DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES EN LA PRODUCCION ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

Autores:

- MONAGO TORRES KELLY STEFFY
- MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI
- ROMERO ASTO YOLINDA FLOR

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nº Encuesta: 05

Fecha de Recolección de datos: 08/03/21

Dirección/Zona de referencia: _____

DATOS DE ACTIVIDAD

Nombre de la Ladrillera: _____

Años de actividad Ladrillera: _____ Nº de hornos: _____

DATOS DE INSUMO Y PRODUCCIÓN

1. ¿Qué tipo de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) Leña de Eucalipto (ramas)
- ☐ b) Llantas y plásticos
- ☐ c) Residuos de madera
- ☐ d) Gas
- ☐ e) Carbón mineral

2. ¿Qué cantidad de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☐ a) 0.5 tonelada
- ☒ b) 1 tonelada
- ☐ c) 1.5 tonelada
- ☐ d) 2 tonelada
- ☐ e) 2.5 tonelada

3. ¿Cuánto es la producción de ladrillos por horneada?

☒ a) 20 millares

b) 22 millares

c) 23 millares

d) 24 millares

e) 25 millares

4. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de horneado de los ladrillos?

☒ a) 48 horas

b) 60 horas

c) 72 horas

d) 84 horas

e) 96 horas

5. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas de lluvia?

a) 1 vez al mes

☒ b) 1 vez cada 2 meses

c) 1 vez cada 3 meses

d) 2 veces cada 1 mes

e) 1 vez cada 6 meses

6. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas secas?

☒ a) 1 vez al mes

b) 1 vez cada 2 meses

c) 1 vez cada 3 meses

d) 2 veces cada 1 mes

e) 1 vez cada 6 meses

ANEXO 9. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N.º 10

UNIVERSIDAD CONTINENTAL - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: EVALUACION DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES EN LA PRODUCCION ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

Autores:

- MONAGO TORRES KELLY STEFFY
- MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI
- ROMERO ASTO YOLINDA FLOR

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nº Encuesta: 10

Fecha de Recolección de datos: 08/03/21

Dirección/Zona de referencia: _____

DATOS DE ACTIVIDAD

Nombre de la Ladrillera: _____

Años de actividad Ladrillera: _____ Nº de hornos: _____

DATOS DE INSUMO Y PRODUCCIÓN

1. ¿Qué tipo de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) Leña de Eucalipto (ramas)
☐ b) Llantas y plásticos
☐ c) Residuos de madera
☐ d) Gas
☐ e) Carbón mineral

2. ¿Qué cantidad de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☐ a) 0.5 tonelada
☒ b) 1 tonelada
☐ c) 1.5 tonelada
☐ d) 2 tonelada
☐ e) 2.5 tonelada

3. ¿Cuánto es la producción de ladrillos por horneada?

- ☒ a) 20 millares
- b) 22 millares
- c) 23 millares
- d) 24 millares
- e) 25 millares

4. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) 48 horas
- b) 60 horas
- c) 72 horas
- d) 84 horas
- e) 96 horas

5. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas de lluvia?

- a) 1 vez al mes
- ☒ b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

6. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas secas?

- ☒ a) 1 vez al mes
- b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

ANEXO 10. FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N.º 36

UNIVERSIDAD CONTINENTAL - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: EVALUACION DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES EN LA PRODUCCION ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

Autores:

- MONAGO TORRES KELLY STEFFY
- MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI
- ROMERO ASTO YOLINDA FLOR

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nº Encuesta: 36

Fecha de Recolección de datos: 13 / 03 / 21

Dirección/Zona de referencia: _____

DATOS DE ACTIVIDAD

Nombre de la Ladrillera: _____

Años de actividad Ladrillera: _____ Nº de hornos: _____

DATOS DE INSUMO Y PRODUCCIÓN

1. ¿Qué tipo de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) Leña de Eucalipto (ramas)
- b) Llantas y plásticos
- c) Residuos de madera
- d) Gas
- e) Carbón mineral

2. ¿Qué cantidad de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- a) 0.5 tonelada
- b) 1 tonelada
- ☒ c) 1.5 tonelada
- d) 2 tonelada
- e) 2.5 tonelada

3. ¿Cuánto es la producción de ladrillos por horneada?

- a) 20 millares
- b) 22 millares
- ☒ c) 23 millares
- d) 24 millares
- e) 25 millares

4. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de horneado de los ladrillos?

- a) 48 horas
- ☒ b) 60 horas
- c) 72 horas
- d) 84 horas
- e) 96 horas

5. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas de lluvia?

- a) 1 vez al mes
- ☒ b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

6. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas secas?

- ☒ a) 1 vez al mes
- b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

ANEXO 11. FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N.º 39

UNIVERSIDAD CONTINENTAL - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: EVALUACION DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES EN LA PRODUCCION ARTESANAL DE LADRILLOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN-HUANCAYO

Autores:

- MONAGO TORRES KELLY STEFFY
- MUÑOZ MARAVI LORENA BRESLI
- ROMERO ASTO YOLINDA FLOR

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nº Encuesta: 39

Fecha de Recolección de datos: 13/03/21

Dirección/Zona de referencia: _____

DATOS DE ACTIVIDAD

Nombre de la Ladrillera: _____

Años de actividad Ladrillera: _____ Nº de hornos: _____

DATOS DE INSUMO Y PRODUCCIÓN

1. ¿Qué tipo de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) Leña de Eucalipto (ramas)
☐ b) Llantas y plásticos
☐ c) Residuos de madera
☐ d) Gas
☐ e) Carbón mineral

2. ¿Qué cantidad de combustible utilizan para la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) 0.5 tonelada
☐ b) 1 tonelada
☐ c) 1.5 tonelada
☐ d) 2 tonelada
☐ e) 2.5 tonelada

3. ¿Cuánto es la producción de ladrillos por horneada?

- ☒ a) 20 millares
- b) 22 millares
- c) 23 millares
- d) 24 millares
- e) 25 millares

4. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de horneado de los ladrillos?

- ☒ a) 48 horas
- b) 60 horas
- c) 72 horas
- d) 84 horas
- e) 96 horas

5. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas de lluvia?

- a) 1 vez al mes
- ☒ b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

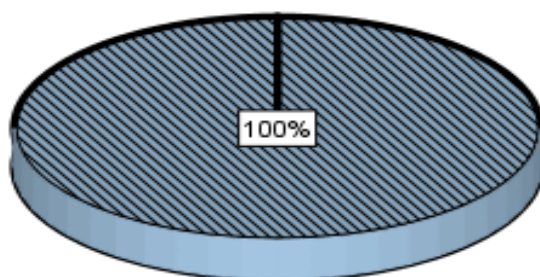
6. ¿Cada cuánto tiempo realizan una horneada en las épocas secas?

- ☒ a) 1 vez al mes
- b) 1 vez cada 2 meses
- c) 1 vez cada 3 meses
- d) 2 veces cada 1 mes
- e) 1 vez cada 6 meses

ANEXO 12. GRÁFICO DEL TIPO DE COMBUSTIBLE QUE SE EMPLEA EN LAS LADRILLERAS ARTESANALES DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN

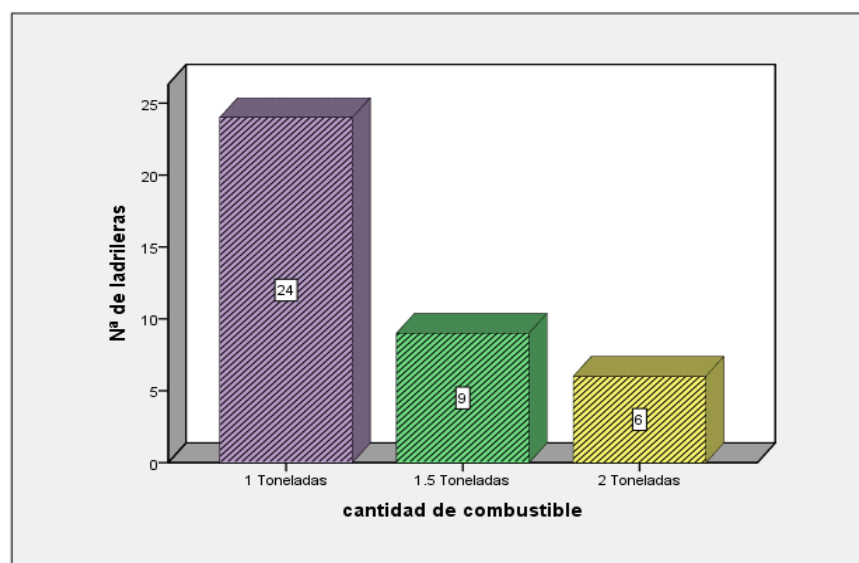
Combustible	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Leña de Eucalipto (ramas y corteza)	39	100.00	100.00

■ Leña de Eucalipto (ramas)



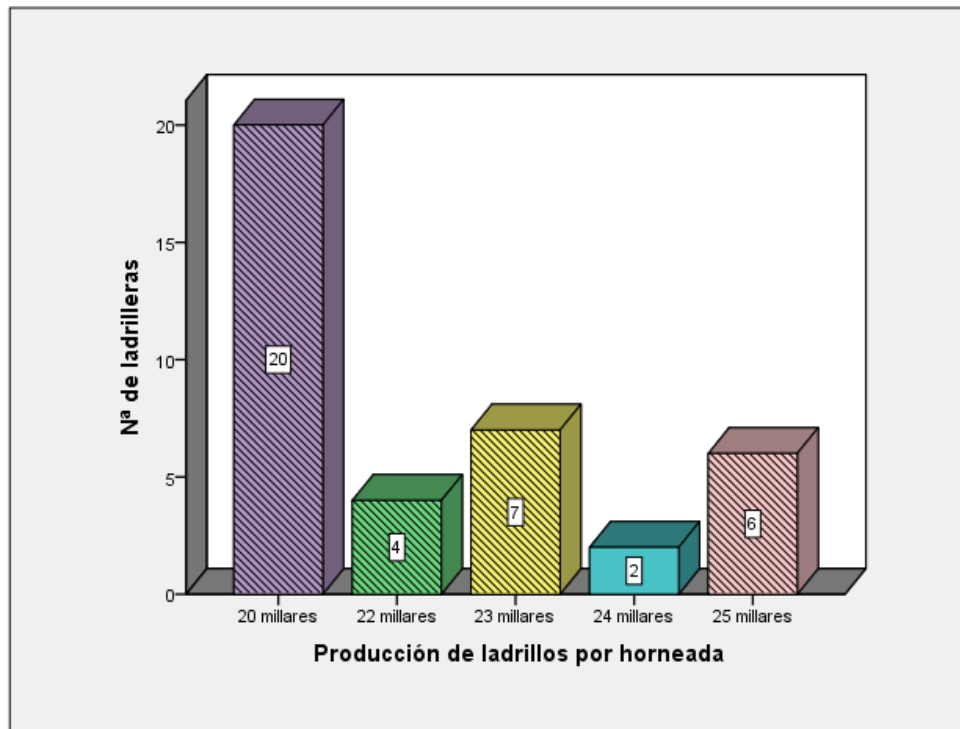
ANEXO 13. GRÁFICO DEL LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE QUE SE EMPLEA EN LAS LADRILLERAS ARTESANALES DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN.

Cantidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 toneladas	24	61.5	61.5
1.5 Toneladas	9	23.1	84.6
2 toneladas	6	15.4	100.0
Total	39	100.0	



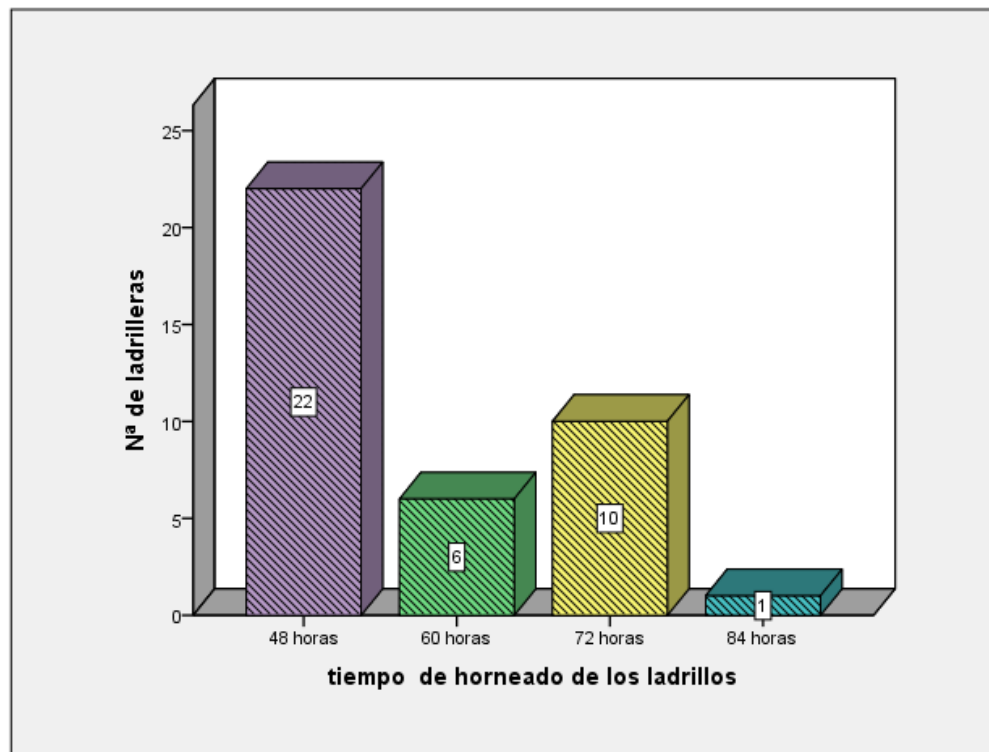
ANEXO 14. GRÁFICO DE LA PRODUCCION DE LADRILLOS ARTESANALES POR HORNEADA, EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN.

Producción (horneada)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
20 millares	20	51.3	51.3
22 millares	4	10.3	61.5
23 millares	7	17.9	79.5
24 millares	2	5.1	84.6
25 millares	6	15.4	100.0
Total	39	100.0	



ANEXO 15. GRÁFICO DEL TIEMPO DE HORNEADO DE LOS LADRILLOS ARTESANALES, EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN.

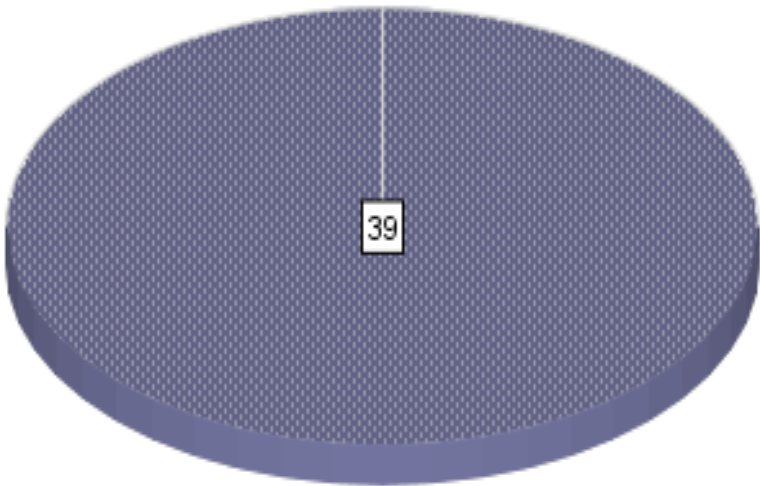
Tiempo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
48 horas	22	56.4	56.4
60 horas	6	15.4	71.8
72 horas	10	25.6	97.4
84 horas	1	2.6	100.0
Total	39	100.0	



ANEXO 16. GRÁFICO DEL NUMERO DE HORNEADAS EN EPOCA DE LLUVIA DE LOS LADRILLOS ARTESANALES, EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN.

Veces	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 ves cada 2 meses	39	100.0	100.0

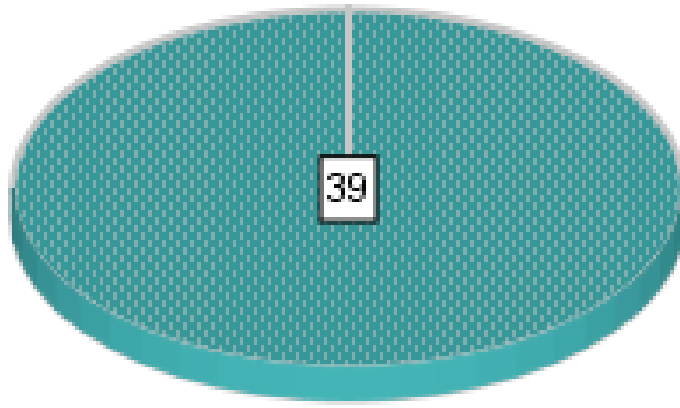
1 ves cada 2 meses



ANEXO 17. GRÁFICO DEL NUMERO DE HORNEADAS EN EPOCA SECA DE LOS LADRILLOS ARTESANALES EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN

Veces	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 vez al mes	39	100.0	100.0

1 vez al mes



**ANEXO 18. CALCULO DE LA PRODUCCION DE RESIDUOS AGRICOLAS EN EL EXCEL PROPORCIONADO POR LA
FAO**

RESIDUOS AGRÍCOLAS					
País: <i>Seleccione un país</i>					
BEFS Evaluación Rápida para		Región: JUNIN			
<i>Selección del tipo de residuo agrícola</i>					
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
Cultivo		maíz	cebada	caña de azúcar	algodón
Residuo		mazorca	paja	copa/hojas	tallos
Lugar de generación del residuo		recogidos en el campo	Seleccionar ubicación	recogidos en el campo	recogidos en el campo
Producción del cultivo					
Rendimiento del cultivo (t/ha)		11.57	1.84	142.43	4.09
No. de cultivos/año		1.0	1.0	1.0	1.0
Producción anual (t)		75,193	16,859	5,514,278	10,968
Área de producción total (ha)		6,497.28	9,142.62	38,716.52	2,679.70
Generación de residuos agrícolas					
Relación residuo a cultivo	<i>Definido por el usuario</i>				
	<i>Valor por defecto</i>	0.33	1.35	0.20	3.40
Producción total de residuos (t/año)		24,813.69	22,759.65	1,102,855.60	37,291.20
Rendimiento de residuos (t/ha)		3.82	2.49	28.49	13.92

ANEXO 19. PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE MAÍZ

Cultivo	Maíz
Residuo	Mazorca
Lugar de generación	Recogidos en el campo
Relación residuo a cultivo	0.33
Rendimiento de residuos Tn/ha	3.82
Producción total de residuos Tn/año	24 813.69

ANEXO 20. PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE TRIGO

Cultivo	Trigo
Residuo	Paja
Lugar de generación	Recogidos en el campo
Relación residuo a cultivo	1.28
Rendimiento de residuos Tn/ha	2.61
Producción total de residuos Tn/año	10 021.12

ANEXO 21. PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE CAÑA DE AZÚCAR

Cultivo	Caña de azúcar
Residuo	Bagazo
Lugar de generación	Recogidos en el campo
Relación residuo a cultivo	1.28
Rendimiento de residuos Tn/ha	28.49
Producción total de residuos Tn/año	1 102 855.60

ANEXO 22. PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE ALGODON

Cultivo	Algodón
Residuo	Tallos
Lugar de generación	Recogidos en el campo
Relación residuo a cultivo	3.40
Rendimiento de residuos Tn/ha	13.92
Producción total de residuos Tn/año	37 291.20

ANEXO 23. PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE CEBADA

Cultivo	Cebada
Residuo	Paja
Lugar de generación	Recogidos en el campo
Relación residuo a cultivo	1.35
Rendimiento de residuos Tn/ha	2.49
Producción total de residuos Tn/año	22 759.65

ANEXO 24. FOTOS DE LA INVESTIGACIÓN



Integrantes de la investigación en el distrito de San Jerónimo de Tunan-Huancayo



Encuesta al propietario de la ladrillera artesanal en la zona 3.



Encuesta al propietario de la ladrillera artesanal en la zona 3.



Encuesta al propietario de la ladrillera artesanal en la zona 3.

ANEXO 25. PUNTOS DE UBICACIÓN DE LAS LADRILLERAS DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN

	
GPS MAP 78s de marca Garmin utilizado para referenciar la ubicación de las ladrilleras.	Puntos de ubicación de las ladrilleras artesanales de San Jerónimo de Tunan.
	
Puntos de ubicación de las ladrilleras artesanales de San Jerónimo de Tunan.	

ANEXO 26. PROCESO DE LA ETAPA DE COCCION DE LAS LADRILLERAS

	
Cargado de ladrillos al horno.	Combustible usado por las ladrilleras.
	
Cocción de los ladrillos artesanales.	Ladrillera artesanal emitiendo contaminantes en la etapa de cocción de los ladrillos.