



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN UTILIZANDO EL
BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE Y
SUS IMPACTOS EN EL AMBIENTE DE LA POBLACIÓN DE
INGAPI - PACTO.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

JORGE ANTONIO GONZAGA POMA

DIRECTOR: ING. GLORIA ROLDÁN REASCOS MSc.

Quito, octubre 2020

© Universidad UTE. 2020

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1721860227
APELLIDO Y NOMBRES:	Gonzaga Poma Jorge Antonio
DIRECCIÓN:	Av. Mariscal Sucre S31-93
EMAIL:	george_ag_2@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	(593 2) 3035443
TELÉFONO MÓVIL:	(593) 979123979

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Análisis del proceso de combustión utilizando el bagazo de caña de azúcar como combustible y sus impactos en el ambiente de la población de Ingapi - Pacto.
AUTOR O AUTORES:	Jorge Antonio Gonzaga Poma
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	22/10/2020
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Gloria Roldán Reascos MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales.
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	El presente proyecto técnico tiene como objetivo analizar el proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar de las paneleras de Ingapi – Pacto en la provincia de Pichincha – Ecuador. Para efectuar dicho análisis se aplica el método calorimétrico para el cálculo del poder calorífico (9850.66 KJ/Kg), para la humedad se utilizó el método gravimétrico (12.85%), para metales pesados (Cr, Co, Ni) se aplicó el método de

	<p>absorción atómica (Cr: 0.10; Ni: 0.10; Co: 0.14). Así mismo se calculó el porcentaje de C, N, S, O, H₂ para definir la relación estequiométrica de cada componente. Los resultados determinaron que las principales características del bagazo de caña de azúcar dan una combustión incompleta debido al contenido de humedad; por este motivo la cantidad de ceniza que se genera en las siete paneleras es 8.39 t/mes que es el 3.06% de la producción de bagazo mensual (274.36 t/mes). Para plantear un posible uso a la misma; otros autores han propuesto la posibilidad de usar la ceniza como agregado en diferentes procesos industriales por su capacidad de mejorar la compactación en la fabricación de cemento. Los impactos ambientales del proceso de la combustión incompleta dan como resultado la afectación al medio físico en un grado de interacción moderado (3.2 – 5.0), en sus elementos aire, tierra, paisaje. Con el resultado del poder calorífico se evidencia que no se utiliza todo el poder calórico, por lo que se da la posibilidad de plantear otros usos o aprovechamientos al bagazo de caña.</p>
PALABRAS CLAVES:	Combustión, combustible, bagazo, impacto, Ingapi - Pacto
ABSTRACT:	This technical project aims to analyze the process of burning sugarcane bagasse from Ingapi - Pact jaggeries in Pichincha - Ecuador province. For this analysis, the calorimetric method for calculating calorific power (9850.66 KJ/Kg) is applied, for moisture the gravimetric method

	<p>(12.85%) was used, for heavy metals (Cr, Co, Ni) the atomic absorption method was applied (Cr: 0.10; Ni: 0.10; Co: 0.14). The percentage of C, N, S, O, H₂ was also calculated to define the step-down ratio of each component. The results determined that the main characteristics of sugarcane bagasse give incomplete combustion due to moisture content; for this reason, the amount of ash generated in the seven jaggeries is 8.39 t/month which is 3.06% of monthly bagasse production (274.36 t/month). To propose possible use of it; other authors have raised the possibility of using ash as an aggregate in different industrial processes for its ability to improve compaction in cement manufacturing. The environmental impacts of the incomplete combustion process result in the involvement of the physical environment in a moderate degree of interaction (3.1 – 5.0), in its elements air, earth, landscape. With the result of calorific power, it is evident that not all caloric power is used, so it is possible to consider other uses or uses to sugarcane bagasse.</p>
KEYWORDS	Combustion, fuel, bagasse, impact, Ingapi – Pacto.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

GONZAGA POMA JORGE ANTONIO

1721860227

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **JORGE ANTONIO GONZAGA POMA**, CI 1721860227 autor del trabajo de titulación: **Análisis del proceso de combustión utilizando el bagazo de caña de azúcar como combustible y sus impactos en el ambiente de la población de Pacto**. previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 21 de octubre de 2020



f: _____

GONZAGA POMA JORGE ANTONIO
1721860227

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Análisis del proceso de combustión utilizando el bagazo de caña de azúcar como combustible y sus impactos en el ambiente de la población de Pacho**. para aspirar al título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** fue desarrollado por **GONZAGA POMA JORGE ANTONIO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluaciones respectivas de acuerdo con la normativa interna de la Universidad UTE.



Ing. Gloria Roldán Reascos MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1705862371

DECLARACION JURAMENTADA DEL AUTOR

Yo, Jorge Antonio Gonzaga Poma, portador(a) de la cédula de identidad N° 1721860227,

declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en ese documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f: _____



GONZAGA POMA JORGE ANTONIO

1721860227

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico quiero dedicar en primer lugar a mis padres Rosa y Vicente, a mi hermano Santiago. Por su apoyo incondicional por creer en mí, por brindarme su respaldo, por enseñarme con el ejemplo, por perdonar mis errores y ser pieza clave en mi vida.

A mis amigos: Estefanía Veloz, Carla Angos, Santiago Guevara por su valiosa amistad y momentos de alegría en la universidad, por crecer junto a mí y dar lo mejor de cada uno de ellos.

A Alejandra Trujillo, por su cariño, afecto, largas horas de paciencia, sus buenos consejos, alegrías compartidas y por los grandes momentos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia que me brindaron su apoyo, sus consejos la oportuna corrección para poder culminar con mis estudios.

Agradezco a mis docentes que más que conocimiento supieron transmitirme calidad humana y todo su entusiasmo por hacer de las dificultades verdaderas oportunidades.

Agradezco a la Ingeniera Gloria Roldán por su confianza y acertada dirección para la ejecución del presente proyecto técnico.

Agradezco a cada una de las personas que contribuyeron de una u otra forma para la ejecución y desarrollo de presente proyecto técnico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	4
2.1 ANALIZAR EL PROCESO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE Y LOS PARÁMETROS: PODER CALORÍFICO, HUMEDAD, METALES PESADOS, PORCENTAJE DE C; N; S; O; H.....	4
2.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS	4
2.1.2 PLAN DE MUESTREO.....	5
2.1.2.1 Descripción de la zona de estudio	5
2.1.2.2 Localización del área de estudio.....	5
2.1.2.3 Muestreo de bagazo de caña de azúcar.....	5
2.1.2.4 Preparación de la muestra de bagazo de caña.....	6
2.1.2.5 Muestreo de ceniza resultante de la combustión.....	6
2.1.2.6 Cantidad de ceniza recolectada para análisis.....	7
2.1.2.7 Preparación de la muestra de ceniza.....	7
2.1.3 DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	7
2.1.4 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	8
2.1.5 DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Cr; Ni; Co).....	9
2.1.5.1 Determinación de cromo en la muestra de bagazo de caña.....	9
2.1.5.2 Determinación de Níquel y Cobalto en la muestra de bagazo de caña.....	9
2.1.6 DETERMINACIÓN PORCENTAJE DE CARBONO, NITRÓGENO, AZUFRE, OXÍGENO E HIDRÓGENO EN EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	9

2.1.6.1	Determinación del porcentaje de Carbono en la muestra de bagazo de caña de azúcar.	9
2.1.6.2	Determinación del porcentaje de nitrógeno en la muestra de bagazo de caña de azúcar.	10
2.1.6.3	Determinación del porcentaje de azufre en la muestra de bagazo de caña de azúcar.	11
2.1.6.4	Determinación del porcentaje de oxígeno e hidrógeno en la muestra de bagazo de caña de azúcar.	12
2.1.7	DETERMINACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA CENIZA RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN	13
2.1.7.1	Determinación de la cantidad y forma de Partícula de Ceniza Resultante de la Combustión.	13
2.1.7.2	Determinación del Tamaño de Partícula de Ceniza Resultante de la Combustión.	13
2.1.8	RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA DE LA COMBUSTIÓN.....	14
2.2	EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE.....	14
2.2.1	DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.....	14
2.2.2	FACTORES AMBIENTALES PARA EVALUAR DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.	14
2.2.3	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.	15
2.2.4	DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN AL AMBIENTE DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.	15
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
3.1	ANALIZAR EL PROCESO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE Y LOS PARÁMETROS: PODER CALORÍFICO, HUMEDAD, METALES PESADOS, PORCENTAJE DE C; O; H; N; S.....	16
3.1.1	RESULTADOS DEL PLAN DE MUESTREO.....	16
3.1.1.1	Resultados de la descripción de la zona de estudio	16
3.1.1.2	Resultados de la localización del área de estudio.	17
3.1.1.3	Resultados del muestreo de bagazo de caña de azúcar.	17
3.1.1.4	Resultados de la preparación de la muestra de bagazo de caña.	18

3.1.1.5	Resultados del muestreo de ceniza resultante de la combustión.	18
3.1.1.6	Resultado de la cantidad de ceniza recolectada para análisis.....	19
3.1.1.7	Resultados de la preparación de la muestra de ceniza.	19
3.1.2	RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	19
3.1.3	RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.	21
3.1.4	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LA MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR....	23
3.1.5	RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN PORCENTAJE DE CARBONO, NITRÓGENO, AZUFRE, OXÍGENO E HIDROGENO EN EL BAGAZO DE CAÑA.	24
3.1.6	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA CENIZA RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN.....	28
3.1.6.1	Resultados de la determinación del tamaño y forma de partícula de ceniza resultante de la combustión.	28
3.1.6.2	Resultados de la determinación de la cantidad de partícula de ceniza resultante de la combustión.	30
3.1.7	RESULTADOS DE LA RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA DE LA COMBUSTIÓN.....	31
3.2	EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE.....	33
3.2.1	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.....	33
3.2.2	RESULTADOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.....	35
3.2.2.1	Resultados de los Factores del Medio Físico.....	35
3.2.2.2	Resultados de los Factores del Medio Biótico.....	37
3.2.2.3	Resultados de los Factores del Medio Socio Económico.	38
3.2.3	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.	39
3.2.3.1	Matriz caracterización de los impactos ambientales del proceso de combustión.	40

3.2.3.2	Matriz extensión de los impactos ambientales del proceso de combustión.	41
3.2.3.3	Matriz duración de los impactos ambientales del proceso de combustión.	42
3.2.3.4	Matriz reversibilidad de los impactos ambientales del proceso de combustión.	43
3.2.3.5	Matriz intensidad de los impactos ambientales del proceso de combustión.	44
3.2.3.6	Matriz de riesgos de los impactos ambientales del proceso de combustión.	45
3.2.3.7	Matriz magnitud de los impactos ambientales del proceso de combustión.	46
3.2.3.8	Matriz importancia de los impactos ambientales del proceso de combustión.	47
3.2.3.9	Matriz de relación magnitud e importancia de los impactos ambientales del proceso de combustión.	48
3.2.4	DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN AL AMBIENTE DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.	49
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
4.1	CONCLUSIONES.	51
4.2	RECOMENDACIONES.	52
	BIBLIOGRAFÍA	53
	ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Descripción de la zona de Ingapi – Pacto	16
Tabla 2. Ubicación GPS de las paneleras en Ingapi – Pacto (UTM -WGS 84).....	17
Tabla 3. Capacidad de cada funda de recolección de muestra	17
Tabla 4. Cantidad de bagazo recolectado por panelera en determinado tiempo.	17
Tabla 5. Envases utilizados para la preparación de la muestra	18
Tabla 6. Cantidad de muestra requerida por cada análisis.	18
Tabla 7. Cantidad de muestra de ceniza recolectada.	18
Tabla 8. Cantidad de ceniza recolectada por panelera	19
Tabla 9. Análisis realizados en la ceniza y cantidades requeridas.....	19
Tabla 10. Poder calorífico de la muestra de bagazo de caña de azúcar.	19
Tabla 11. Comparativa del poder calorífico del bagazo de caña.....	20
Tabla 12. Porcentaje de humedad de la muestra de bagazo de caña de azúcar.	21
Tabla 13. Comparativa del porcentaje de humedad del bagazo de caña.	22
Tabla 14. Determinación de metales pesados en la muestra de bagazo de caña de azúcar.	23
Tabla 15. Composición porcentual del bagazo de caña de azúcar.	24
Tabla 16. Comparativa de la composición porcentual aplicando análisis termogravimétrico.	25
Tabla 17. Comparativa de la composición porcentual aplicando análisis elemental.	25
Tabla 18. Comparativa de la composición porcentual aplicando análisis elemental.	26
Tabla 19. Tamaño de la partícula de ceniza resultado de la combustión	28
Tabla 20. Producción de ceniza por panelera en Ingapi – Pacto.	30
Tabla 21. Elementos considerados inertes por su concentración.	31
Tabla 22. Elementos presentes en el proceso de combustión del BCA.	32
Tabla 23. Potencia generada por los motores usados en las paneleras de Ingapi - Pacto.	33
Tabla 24. Impactos Potenciales del medio físico.	35
Tabla 25. Compactación del suelo por los hornos de combustion.	35
Tabla 26. Compactación del suelo por actividades relacionadas a la combustion.	36
Tabla 27. Promedio de erosión del suelo en el sector de Pacto	37
Tabla 28. Estimación anual de producción de cenizas en las siete paneleras.	37
Tabla 29. Impactos Potenciales del medio físico.	37
Tabla 30. Impactos Potenciales del medio Socio Economico.	38
Tabla 31. Impactos Potenciales del elemento economico.	38

PÁGINA

Tabla 32. Variables para la evaluación de los impactos ambientales.	39
Tabla 33. Matriz de caracterización del proceso de combustión.....	40
Tabla 34. Matriz de extensión del proceso de combustión	41
Tabla 35. Matriz de duración del proceso de combustión	42
Tabla 36. Matriz de reversibilidad del proceso de combustión.....	43
Tabla 37. Matriz de intensidad del proceso de combustión	44
Tabla 38. Matriz de riesgos del proceso de combustión	45
Tabla 39. Matriz de riesgos del proceso de combustión	46
Tabla 40. Matriz de importancia del proceso de combustión	47
Tabla 41. Matriz relación magnitud e importancia del proceso de combustión.	48
Tabla 42. Severidad de los impactos en el proceso de combustión.....	49
Tabla 43. Ponderación establecida para la severidad.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Comparativa del poder calorífico del uso de biomasas como combustibles	21
Figura 2. Comparativa del porcentaje de humedad en el bagazo de caña de azúcar con estudios similares.	22
Figura 3. Concentración de metales en el BCA de Ingapi – Pacto.	24
Figura 4. Comparación porcentual del bagazo de Ingapi con el método termogravimétrico.	25
Figura 5. Comparación porcentual del bagazo de Ingapi con el método análisis elemental.	26
Figura 6. Comparación porcentual del bagazo de Ingapi con el método gasificación.	27
Figura 7. Distribución porcentual del bagazo de caña de azúcar de Ingapi – Pacto.	27
Figura 8. Porcentaje de cenizas volantes según el diámetro de partícula.	28
Figura 9. Comparativa morfológica de CBCA.	29
Figura 10. Estimación de la ceniza generada en base a la cantidad de bagazo producido	30
Figura 11. Elementos descartados por su baja concentración (elementos inertes)	31
Figura 12. Elementos descartados por su baja concentración	32
Figura 13. Flujograma de las actividades del proceso de combustión.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS SIETE PANELERAS DE INGAPI PACTO	56
ANEXO 2. ETIQUETA UTILIZADA EN LAS MUESTRAS PARA EL ENVIÓ A LABORATORIOS EXTERNOS.....	57
ANEXO 3. VISITA TÉCNICA A LAS PANELERAS DE INGAPI – PACTO.	58
ANEXO 4. MODELO DE ENCUESTA APLICADA A LOS PROPIETARIOS DE LAS SIETE PANELERAS.....	60
ANEXO 5. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO SAM EN LA MUESTRA DE CENIZA RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN (CBCA).....	62
ANEXO 6. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS EN LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA)	63

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como objetivo analizar el proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar de las paneleras de Ingapi – Pacto en la provincia de Pichincha – Ecuador. Para efectuar dicho análisis se aplica el método calorimétrico para el cálculo del poder calorífico (9850.66 KJ/Kg), para la humedad se utilizó el método gravimétrico (12.85%), para metales pesados (Cr, Co, Ni) se aplicó el método de absorción atómica (Cr: 0.10; Ni: 0.10; Co: 0.14). Así mismo se calculó el porcentaje de C, N, S, O, H₂ para definir la relación estequiométrica de cada componente. Los resultados determinaron que las principales características del bagazo de caña de azúcar dan una combustión incompleta debido al contenido de humedad; por este motivo la cantidad de ceniza que se genera en las siete paneleras es 8.39 t/mes que es el 3.06% de la producción de bagazo mensual (274.36 t/mes). Para plantear un posible uso a la misma; otros autores han propuesto la posibilidad de usar la ceniza como agregado en diferentes procesos industriales por su capacidad de mejorar la compactación en la fabricación de cemento. Los impactos ambientales del proceso de la combustión incompleta dan como resultado la afectación al medio físico en un grado de interacción moderado (3.2 – 5.0), en sus elementos aire, tierra, paisaje. Con el resultado del poder calorífico se evidencia que no se utiliza todo el poder calórico, por lo que se da la posibilidad de plantear otros usos o aprovechamientos al bagazo de caña.

ABSTRACT

This technical project aims to analyze the process of burning sugarcane bagasse from Ingapi - Pact jaggeries in Pichincha - Ecuador province. For this analysis, the calorimetric method for calculating calorific power (9850.66 KJ/Kg) is applied, for moisture the gravimetric method (12.85%) was used, for heavy metals (Cr, Co, Ni) the atomic absorption method was applied (Cr: 0.10; Ni: 0.10; Co: 0.14). The percentage of C, N, S, O, H₂ was also calculated to define the step-down ratio of each component. The results determined that the main characteristics of sugarcane bagasse give incomplete combustion due to moisture content; for this reason, the amount of ash generated in the seven jaggeries is 8.39 t/month which is 3.06% of monthly bagasse production (274.36 t/month). To propose possible use of it; other authors have raised the possibility of using ash as an aggregate in different industrial processes for its ability to improve compaction in cement manufacturing. The environmental impacts of the incomplete combustion process result in the involvement of the physical environment in a moderate degree of interaction (3.1 – 5.0), in its elements air, earth, landscape. With the result of calorific power, it is evident that not all caloric power is used, so it is possible to consider other uses or uses to sugarcane bagasse.

LISTA DE ACRÓNIMOS

C: Carbono.

N: Nitrógeno.

S: Azufre.

O: Oxígeno.

H: Hidrógeno.

Cr: Cromo.

Ni: Níquel.

Co: Cobalto.

BCA: Bagazo de caña de azúcar.

CBAC: Ceniza del bagazo de caña de azúcar.

SEM: Microscopia electrónica de barrido.

ASTM: American Society of Testing Material (Asociación Americana de Ensayo de Materiales)

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

CENGICAÑA: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar.

PCSbs: Poder Calorífico Superior del Bagazo de Caña Seco.

AOAC: Association of Analytical Communities (Asociación de Comunidades Analíticas)

pH: Potencial Hidrógeno

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

UTM: Universal Transverse Mercator (Universal transversal de Mercator)

WGS: World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial)

ATSDR: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.

DMQ: Distrito Metropolitano de Quito.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad en su constante deseo de progresar ha buscado fuentes energéticas que faciliten el desarrollo industrial y minimicen el esfuerzo que realiza el hombre. Sin lugar a dudas, el uso y explotación de nuevas energías genera un impacto al ambiente (Velo García, 2006). La primera fuente energética de la humanidad que garantizó la subsistencia y las condiciones de vida fue la combustión con presencia de llama. Mediante esta se logró cocer los alimentos, mantener la temperatura corporal y expandir su dominio territorial (La Vanguardia, 2016).

Los procesos de combustión tuvieron gran relevancia en la revolución industrial, donde la máquina de vapor fue el símbolo de desarrollo y con ello un adelantamiento significativo para toda la humanidad. Desde entonces, se identificaron los principales componentes de la combustión (Rubio-González, 2007). Según Rubio se identifica en la actualidad los tres principales elementos dentro de un proceso de combustión: comburente, combustible y un poder de activación. Al contar con estas condiciones podemos tener una oxidación rápida más conocida como combustión (García San José, 2001).

Según las condiciones en las que se da la combustión y según el combustible, tendremos dos tipos de combustión una incompleta o a su vez una combustión completa. Cuando el carbono e hidrógeno contenidos en el combustible se convierten en su totalidad en dióxido de carbono (CO_2) es una combustión completa; A su vez, cuando se emiten moléculas del combustible sin reaccionar, vapor de agua, gran cantidad de sub productos (ceniza) y la presencia de monóxido de carbono (CO) se conoce como una combustión incompleta (Avella-moreno, 2012).

El poblado de Ingapi perteneciente a la parroquia rural de Pacto ubicados al noroccidente del cantón Quito, provincia de Pichincha tiene una población que principalmente se dedican a la producción de panela (GAD-PACTO, 2014), para evaporar el agua aplican una combustión a cielo abierto, para ello utilizan como combustible el bagazo de caña de azúcar que se produce en la molienda de la caña de azúcar, el presente proyecto técnico busca analizar el proceso de combustión y determinar si existe un grado de afectación al ambiente en dicho proceso.

El plan de muestreo para el bagazo de caña de azúcar y la ceniza resultante del proceso de combustión, producido en el las paneleras de Ingapi que son objeto de estudio, es una adaptación de los parámetros establecidos por la Norma Mexicana que determina la cantidad (3 kg.), que se debe recolectar por cada hora de operación por panelera. También establece el

almacenamiento y transporte adecuado, de esta manera evitar que sufra algún tipo de alteración o cambio en el transporte o almacenamiento previo al análisis (NMX-F-371, 1991).

Para establecer el análisis del proceso de combustión, se analizó la composición inicial del bagazo de caña de azúcar y así establecer los elementos y la proporción de cada uno de los elementos que intervienen en la reacción. Según estudios, se ha determinado que entre los principales componentes del bagazo de caña están el carbono con 47.5%, el oxígeno con 35%, el azufre con 0.50% y otros elementos en pequeños porcentajes (Velasco, 2014).

Para determinar el carbono se aplicó la técnica de extracto húmico total y ácidos húmicos (Real Decreto 1110, 1986), para determinar el nitrógeno se aplica el método Kjeldahl (Carrera, 2010), para determinar el azufre se aplicó el método gravimétrico (Cori et al., 2010), con estos análisis se puede tener el porcentaje de los compuestos que intervienen en la reacción química y determinar el tipo de combustión.

Además se analizaron los parámetros como la humedad del bagazo de caña de azúcar mediante un método indirecto de desecación(UPV, 2016), para el poder calorífico se aplicó una bomba calorimétrica y con ello determinar el calor producido por un kilogramo de bagazo de caña(Diez et al., 2010) y al relacionar estos dos parámetros, determinar la eficiencia del bagazo de caña como combustible en el proceso de fabricación de panela(Budí Orduña, 2016).

Con el propósito de determinar un grado de afectación a la salud de los pobladores de Ingapi se analizó la existencia de metales pesados en el bagazo de caña de azúcar, los principales compuestos que se buscaron fueron los más comunes que se pueden encontrar en cultivos de caña de azúcar, el método para determinar Cromo, Níquel y Cobalto en la muestra mediante absorción atómica (NMKAL-AOAC Method, 2005). Éste análisis determinará la existencia de una bioacumulación en el cultivo de caña de azúcar (La et al., 1984).

Al tener la presencia de subproductos en el proceso de combustión, como la ceniza, se busca identificar si esta cumple los límites máximos permisibles para procesos de combustión y emisión a cielo abierto, por ello se plantea un análisis de microscopia electrónica de barrido (SEM), este tipo pruebas determinan la forma, tamaño y cantidad de ceniza para posterior determinar un posible uso a la ceniza (Angulo et al., 2011).

Con la información identificada y analizada del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar, se puede realizar una evaluación del impacto ambiental. Mediante esta identificar parámetros clave para la evaluación e

identificación de afectaciones al ambiente, para esto se aplicó la matriz de Leopold una metodología con amplia aceptación y que puede ser adecuada a las necesidades del proyecto técnico (Conesa, 2010).

El objetivo general de este proyecto técnico es: “Analizar el proceso de combustión utilizando el bagazo de caña de azúcar como combustible y sus impactos en el ambiente de la población de Ingapi – Pacto” y para lograr este objetivo se han planteado objetivos específicos que son:

a) Analizar el proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar como combustible y los parámetros: poder calorífico, humedad, metales pesados, porcentaje de C; N; S; O; H.

b) Evaluar los impactos ambientales del proceso de combustión de la caña de azúcar como combustible.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 ANALIZAR EL PROCESO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE Y LOS PARÁMETROS: PODER CALORÍFICO, HUMEDAD, METALES PESADOS, PORCENTAJE DE C; N; S; O; H.

1.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS

Para el desarrollo del proyecto técnico se ha procesado fuentes bibliográficas que han aportado con metodologías, información relevante. Las fuentes son de carácter primario y secundario.

Fuentes primarias corresponden a todo documento con información resultado de un trabajo intelectual propio (Universidad de Alcalá, 2016). Las fuentes primarias que se utilizaron son las siguientes:

- Revistas de carácter científico.
- Libros.
- Informes técnicos de congresos.

Fuentes secundarias son todas aquellas que contienen información organizada y elaborada producto del análisis (Universidad de Alcalá, 2016). Las fuentes secundarias que se utilizaron son las siguientes:

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Pacto.
- Bibliotecas - Universidad de Alcalá.
- Norma Técnica Mexicana.
- Manual de procedimientos específicos - Colombia.
- Manual de procedimientos específicos - FAO.

1.1.2 PLAN DE MUESTREO.

El plan de muestreo se realizó con una adaptación de La Norma Mexicana NMX-F-371, para la recolección del bagazo de caña de azúcar método de muestreo (NMX-F-371, 1991), los parámetros que se han considerado dentro del plan se presentan a continuación:

1.1.2.1 Descripción de la zona de estudio

Pacto es una de las treinta y tres parroquias rurales pertenecientes al cantón Quito. De acuerdo con la Ley Orgánica de Juntas Parroquiales publicada en el Registro Oficial 193 del 27 de octubre de 2000 y amparada en la Constitución Política de la República del Ecuador, se declara a Pacto como Gobierno Seccional Autónomo, entre los poblados de Pacto encontramos a Ingapi cuya población principalmente se enfoca en el cultivo de caña de azúcar para posterior producir panela de forma artesanal (GAD PARROQUIAL DE PACTO, 2014).

1.1.2.2 Localización del área de estudio.

Para determinar la localización del área de estudio, se tomó en cuenta las paneleras que tengan una producción continua y representativa. Para determinar esta información se aplicó una encuesta (Anexo 1). Se determinó que siete son las paneleras que cumplen este parámetro, la ubicación de las paneleras se detalla mediante sistema de coordenadas GPS en formato WGS84 los datos se registran en la Tabla 1, y se los representan en un mapa (Anexo 2).

1.1.2.3 Muestreo de bagazo de caña de azúcar.

De acuerdo con la norma técnica mexicana para la Industria Azucarera “Bagazo de Caña de Azúcar Método de Muestreo” se realizó de la siguiente manera:

- Se determinó que las paneleras tienen un tiempo de operación de 4 h, (6 am-10 am).
- Se preparó 28 fundas herméticas zipper (60 x 60 cm) donde se receptó la muestra.
- Se homogenizó el bagazo almacenado según establece la norma técnica.
- De la cantidad de bagazo de caña almacenado en cada panelera se tomó tres fundas de cada una de estas.
- Cada funda representa 3kg de muestra de bagazo de caña de azúcar.
- Se transportó de forma general en un costal oscuro e impermeable para evitar pérdidas por evaporación.

1.1.2.4 Preparación de la muestra de bagazo de caña.

Un correcto almacenamiento evitó el oscurecimiento del bagazo por acción de hongos o degradación de las fibras que puede provocar prehidrólisis ácida (Aguilar Rivera, 2011), Por ello la muestra fue almacenada en fundas plásticas zipper (60 x 60 cm), este tipo de material presenta una inercia química que evita procesos de evaporación y protección de rayos UV (Procolombia, 2016).

Se obtuvo una muestra homogénea al aplicar la recomendación establecida por la FAO empleando un equipo que permita homogenizar la muestra llevando todo el bagazo al mismo tamaño (Anexo 2), se utilizó una procesadora de alimentos de uso doméstico para que todo el bagazo recolectado tenga el mismo tamaño y características (FAO, 1994).

Para la transportación se utilizó fundas con cierre hermético zipper (30 x 30cm), este tipo de contenedor permite que en el proceso de transportación no se evapore la humedad existente en el bagazo de caña de azúcar, que es uno de los principales componentes del bagazo (49-51 %). Para una correcta identificación y determinación del contenido, se elaboró una etiqueta que brinde la información necesaria al personal que efectuó el análisis (Anexo 3). Al contar con un alto porcentaje de humedad, existe un ambiente propicio para la formación de microorganismos.

Para obtener una muestra compuesta se realizó la incorporación de las muestras primarias (28 fundas de 3 Kg) previamente tomadas de las siete paneleras de la población de Ingapi – Pacto, de esta forma se obtiene una muestra general de 84 Kg, La siguiente tabla indica las cantidades de muestra que se destinaron a cada análisis(FAO, 1994).

1.1.2.5 Muestreo de ceniza resultante de la combustión.

La recolección de las muestras de ceniza se lo realizo de la siguiente manera:

- Se identificó el lugar de almacenamiento de la ceniza de cada una de las siete paneleras.
- Se realizó un cuarteo general de cono que consiste en apilar la ceniza con la ayuda de una pala desde la base, posterior se palma la parte superior del cono para formar una superficie plana de la misma altura, se realiza dos divisiones para tener cuatro partes iguales (Manals-Cutiño, E.M. ; Penedo-Medina, 2015).
- Aleatoriamente se toma una de las cuatro partes y se busca que sea representativa de cada panelera (muestra simple).
- Se pesaron 0.4 Kg de cada una de las siete paneleras.

- Se almaceno cada muestra en fundas herméticas zipper 30 x30 cm (Valencia & Elena, 2001).

1.1.2.6 Cantidad de ceniza recolectada para análisis.

El CENGICAÑA recomienda que una muestra representativa de ceniza es de 0.4 Kg (Muñoz, 2015), es la cantidad que se recolecto al final de la jornada de trabajo para ello se aplicó el cuarteo general de cono, posterior se realizó una incorporación general de las muestras simples para tener una muestra compuesta.

1.1.2.7 Preparación de la muestra de ceniza.

Posterior a tener ya una muestra compuesta se vuelve a aplicar el método del cuarteo general de cono (Manals-Cutiño, E.M.; Penedo-Medina, 2015). Mediante este método se reduce a una cantidad considerable para los respectivos análisis y obtener la cantidad solicitada por el laboratorio. Dicho método recomienda aplicar una homogenización manual a la muestra; Posterior se colocó en una superficie plana y liza para evitar contaminación en la muestra; Se procedió a apilar la ceniza para después con una pala ejercer presión hasta aplanar la muestra y realizar dos divisiones para obtener cuatro partes iguales de la cual se tomará un cuarto y con este realizar los análisis respectivos.

1.1.3 DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Para el cálculo del poder calorífico se aplicó el método calorimétrico a la muestra de bagazo de caña de azúcar, el método utiliza una bomba calorimétrica, la descripción se detalla a continuación:

- Se utilizó una bomba calorimétrica tipo C200 marca IKA.
- Se preparó una muestra de 0.2 Kg de bagazo de caña.
- Se ajustó las condiciones del equipo (760 mmHg,25°C).
- Para el cálculo del poder calorífico se aplicó la siguiente ecuación: (Ecuación 1).

$$PCSbs = ((1362.59 \Delta T - E_1)/)/0.2388459 \quad [1]$$

Donde:

PCSbs= Poder calorífico superior de la muestra de bagazo de caña de azúcar. (KJ/Kg)

ΔT = Variación de la temperatura entre la temperatura final del ensayo (Tf) y la temperatura inicial (°C).

E_1 = Calor desprendido por el alambre fusible (°C).

M = Masa de la muestra como combustible (kJ).

1362.59= Constante del poder calorímetro determinado en base a un combustible y poder calorífico conocido.

1.1.4 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Para determinar la humedad en el bagazo se siguió la recomendación de la AOAC que plantea el método basado en la pérdida de peso (AOAC-925.10). A continuación, se describe dicho método.

- Se preparan dos muestras.
- La primera muestra es para determinar a qué temperatura se deseca totalmente el bagazo (70°C).
- Se prepara la estufa al vacío que esté libre de contaminantes de procesos anteriores.
- Se preparó una muestra de 0.2 Kg
- Gradualmente, se sube la temperatura durante 3 horas.
- Se colocó la muestra en un desecador para evitar absorción de humedad del entorno.
- Para determinar las variaciones en peso de la muestra, se utilizó una balanza analítica de alta sensibilidad.
- Para el cálculo del porcentaje de humedad, se utilizó la siguiente ecuación (Ecuación 2).

$$\% \text{Humedad} = \frac{(M - m)100}{M} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

% Humedad = Porcentaje de humedad de la muestra de bagazo de caña (%)

M = Peso de la muestra de bagazo con humedad (gr).

m = Peso de la muestra de bagazo sin humedad (gr).

1.1.5 DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (Cr; Ni; Co)

1.1.5.1 Determinación de cromo en la muestra de bagazo de caña.

La AOAC recomienda el método de absorción atómica (AOAC 999.10) para determinar Cromo (Cr). A pesar de ser un proceso automatizado, el principio se describe a continuación:

- Se utilizó un espectrómetro de absorbancia.
- Se analizó una muestra de 0.2 Kg
- Se colocó peróxido de hidrógeno.
- Se espera que el medio ácido digiera la muestra; Para ello se usa microondas.
- Se calibra la cámara de grafito con el patrón específico para el elemento.
- Se realizan disoluciones para poder leer en espectrómetro de absorbancia (longitud de onda específica para Cr)

1.1.5.2 Determinación de Níquel y Cobalto en la muestra de bagazo de caña.

La AOAC recomienda el método de absorción atómica (AOAC 975.34) con este específicamente se puede determinar níquel y cobalto el cual se describe a continuación:

- Se utilizó un espectrómetro de absorbancia.
- Se analizó una muestra de 0.2 Kg
- Se colocó peróxido de Hidrogeno y acetileno.
- Posterior se realiza una segunda disolución.
- Se procede a leer en espectrómetro de absorbancia (longitud de onda específica para Ni, Co).

1.1.6 DETERMINACIÓN PORCENTAJE DE CARBONO, NITRÓGENO, AZUFRE, OXÍGENO E HIDRÓGENO EN EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

1.1.6.1 Determinación del porcentaje de Carbono en la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Para el análisis del carbono se aplicó el método tradicional de Extracto Húmico Total y Ácidos Húmicos, el procedimiento que se siguió se detalla a continuación:

- Se tomó una alícuota de la muestra de 0.2 Kg de bagazo de caña.

- Para iniciar la fase de extracción se deseco la muestra en un rango de 50-60°C.
- Durante 48 horas la muestra estuvo sometida a una corriente de aire forzado a 100°C.
- Se inicia la extracción alcalina la cual debe estar controlada a pH 1 en la cual se identifican dos fases (extracto y ácidos húmicos)
- De la muestra resultado de este proceso se la muele hasta obtener 0.1 mg de muestra.
- La muestra reaccionará con una solución de pirofosfato de sodio 0.1 M ($P_2O_7Na_4$) y sosa caustica 0.1 N (NaOH).
- La mezcla resultante se centrifugará durante 25 minutos a 4500rpm.
- La valoración de carbono orgánico se tomó 50 ml del extracto que se evaporará hasta obtener un sólido.
- Se añadió 10 ml de dicromato de potasio ($Cr_2O_2K_7$).
- Cuando se estabilizo la reacción se añade 20 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- Se agita hasta para que se dé la oxidación.

La ecuación para la valoración del carbono orgánico presente en el bagazo de caña de azúcar es la siguiente (Ecuación 3):

$$\text{Porcentaje de Carbono} = \frac{(V - V^f * N * f * 0.39)}{P} \quad [3]$$

Donde:

Porcentaje de extracto húmico total: Porcentaje de carbono x 1.724

V: Volumen en ml de sal de Mohr gastados en la prueba en blanco.

V^f : Volumen en ml de sal de Mohr gastados en la prueba en el problema.

N: Normalidad de la sal de Mohr.

F: Factor de la sal de Mohr.

P: Peso en gramos de la muestra en alícuota.

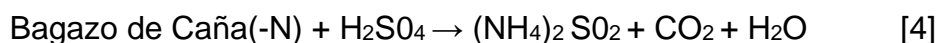
0.39: Factor que resulta de considerar que por este método sólo se oxida el 77% del carbono existente en el bagazo.

1.1.6.2 Determinación del porcentaje de nitrógeno en la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Uno de los métodos recomendados por la Asociación de comunidades Analíticas (AOAC) para la determinación de nitrógeno es el método Kjeldahl - AOAC-955.04 a continuación se explica cómo se aplicó dicha metodología:

- Se tomó una alícuota de la muestra de 0.2 Kg de bagazo de caña.

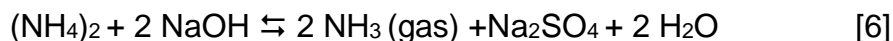
- La primera etapa del método “La digestión” se somete la muestra a una temperatura de 360°C y 410°C.
- Con el anterior paso se logra romper los enlaces de nitrógeno presente en el bagazo.
- Al emplear ácido sulfúrico H₂SO₄ se liberan iones de amonio (NH₄⁺).
- La siguiente reacción muestra el proceso de digestión (Ecuación 4).



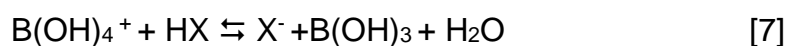
- Para la etapa de “destilación” se aplica hidróxido de sodio (NaOH) para que el amonio pase a amoníaco.
- Se utiliza una solución de ácido bórico para captar el gas amonio liberado.
- La siguiente ecuación representa el proceso (Ecuación 5).



- Se aplica una corriente de vapor como catalizador en el proceso de captación del gas.
- La siguiente reacción representa el proceso de destilación (Ecuación 6).



- La última etapa del método es la valoración ácido-base en esta se usa indicadores y ácido sulfúrico (concentración entre 0.01N-0.05N).
- La siguiente ecuación representa el proceso de destilación (Ecuación 7).

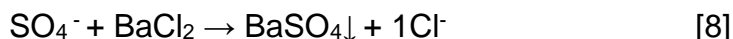


1.1.6.3 Determinación del porcentaje de azufre en la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Siguiendo la recomendación de la AOAC para el análisis de azufre se aplicó el método Gravimétrico (AOAC-980.02). El cuál se detalla a continuación:

- Se tomó una alícuota de la muestra de 0.2 Kg de bagazo de caña.
- Se aplicó cloruro de bario (BaCl₂).
- Se espera la reacción para poder obtener precipitados de la muestra que será sulfato de bario (BaSO₄²⁻).
- La turbidez formada será cuantificada utilizando un espectrómetro (absorbancia y transmitancia)

- El procedimiento se lo puede representar mediante la siguiente ecuación (Ecuación 8).



- Un método de comprobación del método es aplicando un método alternativo.
- Para este se usa sulfato de amonio y sulfato de potasio a grado analítico.
- Mediante este se puede determinar el contenido de S-SO₄⁼.
- Se emplea como estándar K₂SO₄.
- El estándar debe estar a una temperatura de a 150°C.
- Para el cálculo de azufre recuperable se emplea la siguiente fórmula (Ecuación 9).

$$\%Rec = \frac{\%S - \text{SO}_4^-}{18.4} * 100 \quad [9]$$

Dónde:

%Rec: Porcentaje de recuperación del S-SO₄⁼ en el estándar.

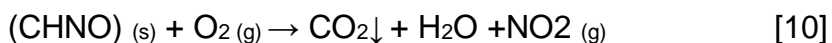
% S-SO₄⁼: Porcentaje del S-SO₄⁼ obtenido en el análisis.

18.40: Porcentaje de S-SO₄⁼ teórico en el K₂SO₄, este debe estar modificado, de acuerdo con la pureza del estándar.

1.1.6.4 Determinación del porcentaje de oxígeno e hidrógeno en la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Para determinar el porcentaje de oxígeno e hidrógeno se emplea el método alternativo de Dumas a pesar de que en la actualidad el principio que se sigue es el mismo que se planteó desde sus inicios y se lo describe a continuación:

- Se tomó la muestra de 0.2 Kg. y se la colocó en el recipiente el equipo.
- Se procede a combustionar en una atmosfera controlada con oxígeno de alta pureza.
- Se debe llevar a la máxima temperatura (800-900°C) para tener mejores resultados.
- Se reporta de forma indirecta y por la cuantificación en las variaciones tanto de hidrógeno, como de oxígeno.
- La ecuación que representa al método de dumas es la siguiente (Ecuación 10).



1.1.7 DETERMINACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA CENIZA RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN

1.1.7.1 Determinación de la cantidad y forma de Partícula de Ceniza Resultante de la Combustión.

Para determinar la forma y cantidad de partícula de la ceniza resultado de la combustión de la caña de azúcar, se aplicó el método Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) utilizando un microscopio marca TESCAN modelo MIRA 3 (Anexo 7).

- De la muestra sólida, se tomaron cuatro alícuotas cada una de 0.002 Kg.
- Se colocaron en una cinta de carbono doble faz en un portamuestra específico para microscopia electrónica de barrido.
- Se colocó un evaporizador, para este fin se usó un evaporizador de oro Sputter Coating Quorum Q105R.
- Las condiciones del equipo fueron: 15mA y 80 mTorr por 90 segundos, produciendo una capa de 20nm.
- Las observaciones SEM, se realizaron con el detector de electrones secundarios (SE) a 10kV.

1.1.7.2 Determinación del Tamaño de Partícula de Ceniza Resultante de la Combustión.

La metodología del tamizado mecánico permite cuantificar la granulometría a la partícula de la muestra de ceniza. El procedimiento efectuado se muestra a continuación:

- Se secó completamente la muestra en un horno a 40°C durante 24 horas.
- Se verificó que no existan corrientes de aire que puedan interferir.
- Se determinó dos alícuotas de 0.05 Kg. de ceniza.
- Los tamices están ordenados descendientemente según su diámetro.
- Se colocó la primera muestra en la parte superior y se enciende la máquina.
- Al activarse la maquina se suministra el mismo movimiento rotatorio con golpe de tambor a cada uno de los tamices.

1.1.8 RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA DE LA COMBUSTIÓN

La ecuación estequiométrica del bagazo se la realizó de la siguiente manera.

- Se ordenaron los datos de la Sección 2.1.3.1.
- Cada dato porcentual de los elementos se relacionó con el peso atómico de cada elemento.
- Se iguala la ecuación.

2.2 EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE.

Para la evaluación de los impactos ambientales del proceso de combustión de la caña de azúcar como combustible en la fabricación de panela, se aplicó la metodología propuesta Leopold (Conesa, 2010).

2.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

La identificación de las fases del proceso de combustión del bagazo de caña se lo describe a continuación:

- Observación In situ del proceso de combustión del bagazo.
- Determinación de las principales fases.
- Determinación de la cantidad de bagazo producido.
- Determinación el tiempo en cada una de las fases.

2.2.2 FACTORES AMBIENTALES PARA EVALUAR DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

Los factores ambientales que se consideran en el medio físico son:

- Elemento suelo.
- Elemento aire.
- Elemento paisaje.

Los factores ambientales considerados en el medio biótico son:

- Elemento Flora.
- Elemento Fauna.

Los factores ambientales considerados en el medio socio económico son:

- Elemento socio económico.

2.2.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

Para determinar la evaluación de cada impacto se realizó lo siguiente:

- Cada cuadrícula de interacción se dividió de forma diagonal, en la parte superior la magnitud, en la parte inferior el valor de la importancia.
- Se determinó la magnitud de cada acción relacionada al proceso.
- La ponderación para la magnitud es del 1-10.
- El valor de la magnitud estará precedido por los signos + o – según sea positivo o negativo el impacto analizado.
- El valor de la magnitud va en el triángulo superior y estará acompañada
- Se determinó la importancia en función de las características del impacto.
- El sistema de ponderación para la magnitud es del 1-10.
- Posterior, se realiza una sumatoria por filas este indicará la incidencia del conjunto sobre el factor ambiental.

2.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN AL AMBIENTE DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

En base a la “Evaluación a los Impactos Ambientales” (Sección 3.2.4) se describió la afectación al ambiente, de cada una de las fases del proceso de combustión.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANALIZAR EL PROCESO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE Y LOS PARÁMETROS: PODER CALORÍFICO, HUMEDAD, METALES PESADOS, PORCENTAJE DE C; O; H; N; S.

3.1.1 RESULTADOS DEL PLAN DE MUESTREO.

3.1.1.1 Resultados de la descripción de la zona de estudio

El resultado de la descripción del área correspondiente al poblado de Ingapi, parroquia de Pacto en la tabla 1 se muestra los resultados:

Tabla 1. Descripción de la zona de Ingapi – Pacto

ASPECTOS FÍSICOS DEL POBLADO DE INGAPI - PACTO	
Ubicación.	Extremo noroccidental del DMQ, Pichincha, Ecuador, América del Sur
Ubicación Georreferencial	Latitud: 748409
	Longitud: 10015595
Límites	Norte: Poblados de la delicia y Pacto Loma.
	Sur: Poblados del Triunfo y San José de Ingapi.
	Este: Poblado de San Francisco de Pachijal.
	Oste: Poblado de Santa Teresita
Altitud	Mínima: 500 m.s.n.m.
	Máxima: 1800 m.s.n.m.
Clima	Templado - húmedo. Las temperaturas oscilan entre los 17° y 20° C.
Superficie	2464.34 km ² .

3.1.1.2 Resultados de la localización del área de estudio.

La localización de las paneleras de estudio se presenta en la tabla 2, la misma que está en el sistema de coordenadas aceptado y usado en el país.

Tabla 2. Ubicación GPS de las paneleras en Ingapi – Pacto (UTM -WGS 84)

Número de panelera.	Longitud	Latitud.
1	749219,13	10016164.71
2	747378,17	10016015.83
3	745144,50	10015653.10
4	744670,98	10015807.50
5	743227,56	10015248.71
6	742469,29	10014782.67
7	742185,36	10013304.88

3.1.1.3 Resultados del muestreo de bagazo de caña de azúcar.

Los envases usados en el muestreo del bagazo de caña de azúcar son herméticos, oscuros y sus dimensiones y capacidad se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Capacidad de cada funda de recolección de muestra

No. Fundas	Medidas (cm)	Capacidad por funda (Kg)	Total, de muestra (Kg).
28	60 x 60	3	84

Siguiendo las recomendaciones de la norma técnica mexicana que establece para el muestreo (NMX-F-371, 1991). Las horas de operación por panelera y la cantidad recolectada se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Cantidad de bagazo recolectado por panelera en determinado tiempo.

Número de Panelera.	Horas de Operación (h.)	Cantidad Recolectada (kg).
1	4	12
2	4	12
3	4	12
4	4	12
5	4	12
6	4	12
7	4	12
TOTAL.	39	84

3.1.1.4 Resultados de la preparación de la muestra de bagazo de caña.

La preparación de la muestra; Permitió obtener una muestra homogénea y con las mismas características, de esta forma no se altera las condiciones de la muestra. En la tabla 5. se indica el tipo de envases utilizados y sus características.

Tabla 5. Envases utilizados para la preparación de la muestra

	Estado de la muestra	Tipo de envase	Medidas del envase (cm)	Capacidad del envase (Kg)
Muestra sin preparación.	Sólido - Tiras entre 0.50 cm y 100 cm	Fundas zipper	60 x 60	6
Muestra preparada.	Sólido – Trozos entre 1 cm y 2 cm.	Fundas zipper	30 x 30	3

Para cumplir con los objetivos del proyecto se efectuaron análisis en la muestra de bagazo de caña de azúcar, en la tabla 6 se indica los análisis y la cantidad de muestra que se requiere para cada uno.

Tabla 6. Cantidad de muestra requerida por cada análisis.

Análisis y método aplicado.	Cantidad de muestra (Kg).
Análisis de carbono - método extracto húmico total y ácidos húmicos.	0.2
Análisis de nitrógeno - método Kjeldahl	0.2
Análisis de azufre – método gravimétrico.	0.2
Análisis humedad – método por pérdida de peso.	0.2
Análisis poder calorífico – método calorimetría	0.2
Identificación de metales pesados (Cr; Ni; Co) – método de extracción y absorción atómica.	0.2

3.1.1.5 Resultados del muestreo de ceniza resultante de la combustión.

Mediante el método de cuarteo general de cono, se obtuvo una muestra de ceniza representativa. En la tabla 7, se muestra la cantidad de ceniza recolectada.

Tabla 7. Cantidad de muestra de ceniza recolectada.

No. Fundas	Medidas (cm)	Capacidad por funda (Kg)	Total, de muestra (Kg).
7	30 x 30	0.4	2.8

3.1.1.6 Resultado de la cantidad de ceniza recolectada para análisis.

Bajo la recomendación de CENGICAÑA, se tomó la cantidad recomendada por cada panelera en la tabla 8 se muestra la cantidad de ceniza recolectada.

Tabla 8. Cantidad de ceniza recolectada por panelera

Número de Panelera.	Cantidad recolectada (Kg).
1	0.4
2	0.4
3	0.4
4	0.4
5	0.4
6	0.4
7	0.4
TOTAL, DE MUESTRA.	2.8

3.1.1.7 Resultados de la preparación de la muestra de ceniza.

De la muestra de recolectada de ceniza de caña, para cumplir los objetivos del presente proyecto técnico se realizaron los análisis que se indican en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis realizados en la ceniza y cantidades requeridas.

Análisis y método aplicado.	Cantidad de muestra (Kg).
Forma de la partícula – Microscopía electrónica de transmisión.	0.04
Tamaño de la partícula – Tamizado mecánico.	0.2

3.1.2 RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

El poder calorífico está determinado por varios factores entre ellos el grado de humedad, la composición porcentual del bagazo y la cantidad de bagazo utilizado en el proceso. Para el bagazo de caña, resultado del cultivo de caña de la familia *Graminae*, del género *Saccharu*, se obtuvo los siguientes resultados del poder calorífico. Tabla 10.

Tabla 10. Poder calorífico de la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Parámetro.	Análisis 1 (KJ/Kg)	Análisis 2 (KJ/Kg)	Análisis 3 (KJ/Kg)	Media (KJ/Kg)	Desviación estándar (KJ/Kg).
Poder calorífico.	9850	9851	9851	9850.66	$\pm 0.57^{* KJ}$

La media de PCS resultante es de 9850.66 KJ/Kg mediante el uso de InfoStat se determinó el valor de la varianza de $\pm 0.57^*$ KJ/Kg, con el valor reportado se realiza un análisis comparativo con tres estudios sobre relacionados al PCS del bagazo de caña de azúcar.

El primer estudio corresponde a un análisis del bagazo de caña de azúcar en el sector de Tucumán – Argentina (Diez et al., 2010); Este estudio emplea una bomba calorimétrica al igual que el presente proyecto, el resultado del poder calorífico es muy cercano a los resultados de bagazo de caña del sector de Ingapi – Pacto.

El segundo estudio corresponde a un análisis de bagazo en la Unión – Guatemala, dicho estudio busca establecer una correlación entre el porcentaje de humedad y ceniza con el poder calorífico (Muñoz, 2015).

El tercer estudio se llevó a cabo en Argentina, este determinó el poder calorífico del bagazo para su aplicación en calderas de vapor en los Ingenios de Caña de Azúcar (Alderetes, 2016).

Tabla 11. Comparativa del poder calorífico del bagazo de caña

Ensayo	Equipo	PCS (KJ/Kg)	Humedad (%)	Ceniza (%)
BCA Ingapi – Pacto	Bomba Calorimétrica C200 IKA	9850.66	12.85	3.06
BCA – Tucumán	Bomba calorimétrica Parr	1631.17	36.4	3.38
BCA – La Unión	Bomba calorimétrica	17500	49.5	2.14
BCA- Argentina	Bomba calorimétrica Leco AC- 350	9418	49-52	2.3

Autores como Carvajal & Briceño establecen una relación, y menciona que a mayor porcentaje de humedad del bagazo disminuye el poder calorífico del bagazo de caña, también se busca relacionar el grado de humedad con la velocidad en que se da el proceso de combustión. La cantidad de ceniza que se genera en el proceso de combustión depende del tamaño de las partículas del bagazo (Carvajal et al., 2005).

Se puede determinar el rendimiento como combustible realizando una comparativa de otros biocombustibles. La siguiente figura relaciona el poder calorífico de la cascarilla de arroz, y leña con humedad del 20% y al 50% (FAO, 1991).

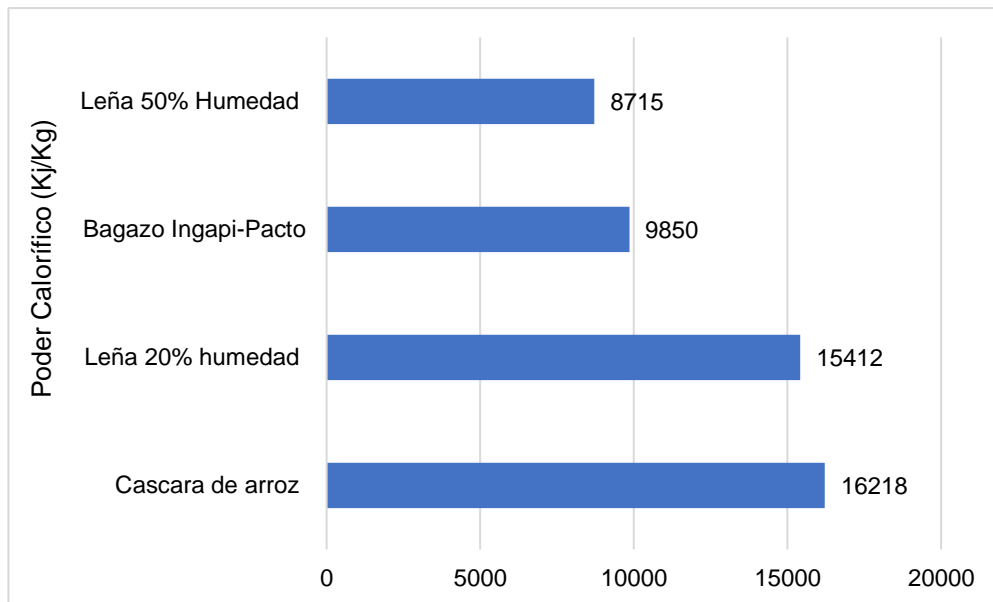


Figura 1. Comparativa del poder calorífico del uso de biomásas como combustibles

3.1.3 RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Mediante el método aplicado al bagazo de caña de azúcar se determinó el valor medio de la humedad la Tabla 11.

Tabla 12. Porcentaje de humedad de la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Parámetro.	Análisis 1 (%)	Análisis 2 (%)	Análisis 3 (%)	Media (%)	Desviación estándar (%)
Humedad	12.57	13.01	14.39	12.85	± 0.20* %

El porcentaje de humedad existente en el bagazo de caña de azúcar reportó una media de 12.85 % y una desviación estándar de $\pm 0.20^*$ %, dicho valor es relativamente bajo con relación a otros estudios reportados, la principal razón es que previo al proceso de combustión el bagazo de caña de azúcar es almacenado bajo techo y con las corrientes de aire se produce un secado significativo.

Para analizar el porcentaje de humedad se utilizó dos estudios. El primer estudio que se tomó como referencia nos permite ver que el grado de humedad del bagazo es alto cuando se lo utiliza sin un periodo de reposo y también está determinado por la eficiencia en el proceso de molienda dicho estudio registra entre el 48 al 50% de humedad (Díaz, 2008).

Por su parte el BCA de Ingapi – Pacto por su tiempo almacenado bajo techo, baja el porcentaje de humedad esto da como resultado una combustión acelerada, por ello se requiere mayor cantidad de bagazo para completar el proceso de evaporación del jugo de caña.

El segundo estudio se lo cita porque nos hace una relación que a mayor humedad se produce un incremento de las emisiones de SO₂ y NOX, por ello desde el punto de vista energético como ambiental es beneficioso que se registren bajos porcentajes de humedad (Becerra et al., 2016).

Tabla 13. Comparativa del porcentaje de humedad del bagazo de caña.

Ensayo	Humedad (%)
Ingenio Valdez – Ecuador	48 -50
Bagazo de caña – Colombia.	37-42

La siguiente imagen representa los valores de los análisis anteriormente descritos vs el BCA cultivado en el sector de Ingapi- Pacto(Díaz, 2008).

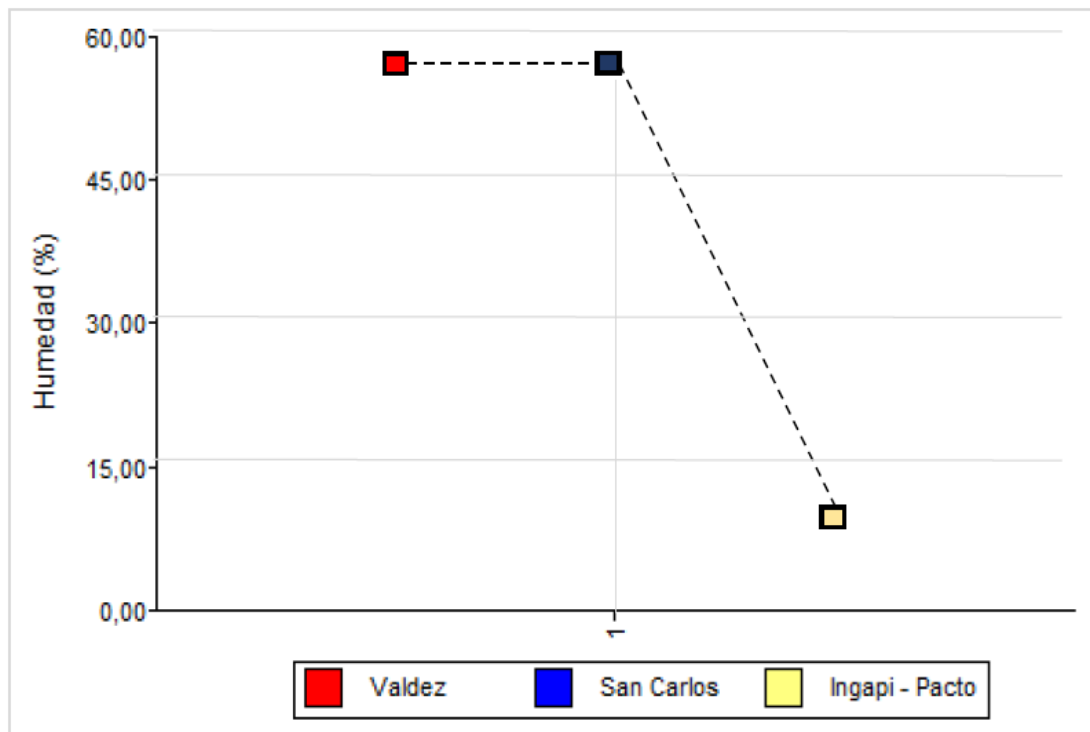


Figura 2. Comparativa del porcentaje de humedad en el bagazo de caña de azúcar con estudios similares.

3.1.4 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LA MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Con el propósito de determinar un proceso de bioacumulación en el cultivo de caña de azúcar, se analizó el bagazo de caña, los metales podrían estar presentes si se utilizara productos químicos. El resultado del análisis se muestra en la Tabla 12.

Tabla 14. Determinación de metales pesados en la muestra de bagazo de caña de azúcar.

Elemento	Análisis 1 (mg/Kg)	Análisis 2 (mg/Kg)	Análisis 3 (mg/Kg)	Media (mg/Kg)	Desviación estándar (mg/Kg)
Cromo.	0.10	0.09	0.11	0.10	± 0.01* mg/kg
Níquel.	0.10	0.11	0.10	0.10	± 0.01* mg/kg
Cobalto.	0.15	0.13	0.14	0.14	± 0.01* mg/kg

- Para el análisis del cromo, Vallejo L. determinó que una concentración baja de cromo en productos de la industria alimenticia es de 0.50 mg/kg (FAO, 2015). Por su parte los análisis ejecutados en el bagazo de caña del poblado de Ingapi dieron una concentración inferior a <0.10 mg/kg con una desviación estándar de ± 0.01* mg/kg, dicho valor es inferior a inferior a los límites máximos permisibles para concentraciones de cromo en cultivos de BCA.
- Para el análisis del níquel, según A de la Cruz-Pons determinó que una concentración baja de níquel es de 35 mg/Kg (Cruz-Pons, 2012). Para los análisis de reportados en el bagazo de caña del poblado de Ingapi tenemos valores inferiores a <0.10 mg/kg y con una desviación estándar de ± 0.01* mg/kg, con esto se puede decir que está por debajo de los límites máximos permisibles.
- Para el análisis del cobalto, según el Departamento de Salud y Servicios humanos de los EEUU (ATSDR, 2001), establece que una concentración aceptable de cobalto en productos alimenticios y de consumo es de 40 ppm, los análisis reportados en el bagazo de caña reportó una concentración inferior a 0.14 mg/kg con una desviación estándar de ± 0.01* mg/kg, dicho valor es inferior a los límites máximos permisibles para cobalto.

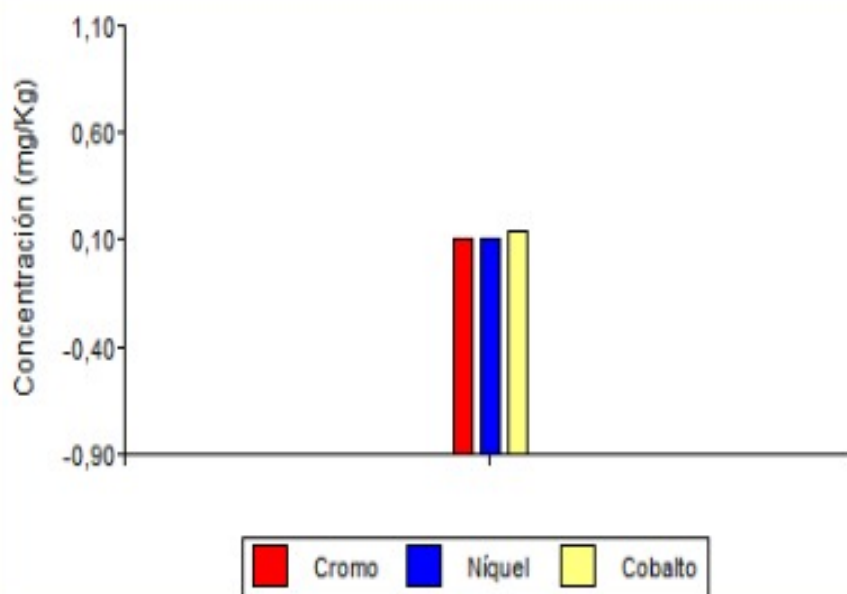


Figura 3. Concentración de metales en el BCA de Ingapi – Pacto.

3.1.5 RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN PORCENTAJE DE CARBONO, NITRÓGENO, AZUFRE, OXÍGENO E HIDROGENO EN EL BAGAZO DE CAÑA.

Se determinó la composición porcentual del bagazo de caña de azúcar, los resultados del análisis y su desviación estándar se presentan en la tabla 13, y la figura 1 clasifica de mayor a menor los elementos según el porcentaje presentes en la muestra de bagazo.

Tabla 15. Composición porcentual del bagazo de caña de azúcar.

Compuesto	Análisis 1 (%)	Análisis 1 (%)	Análisis 1 (%)	Media (%)	Desviación estándar (%)
Carbono (C)	52.06	51.99	52.20	52.09	± 0.15* %
Oxígeno (O)	32.24	32.01	31.00	32.08	± 0.01* %
Hidrógeno (H)	6.03	6.03	6.10	6.03	± 0.05* %
Nitrógeno (N)	0.69	0.60	0.65	0.60	± 0.04* %
Azufre (S)	0.22	0.25	0.20	0.22	± 0.04* %

Los porcentajes resultantes del análisis efectuado al bagazo de caña se relacionó con tres estudios para entender mejor la composición de cada uno de los elementos presentes en el bagazo de caña.

El primer estudio Antolín & Oliva emplean un proceso térmico para caracterizar el bagazo de caña de azúcar y determinar el comportamiento del bagazo en procesos de combustión la comparación porcentual en la tabla 16.

Tabla 16. Comparativa de la composición porcentual aplicando análisis termogravimétrico.

Elemento	BGA Ingapi – Pacto (%)	Desviación estándar (%)	Análisis Termogravimétrico (%)
Carbono (C)	52.09	± 0.15* %	42.54
Oxígeno (O)	32.08	± 0.01* %	39.62
Hidrógeno (H)	6.03	± 0.05* %	5.17
Nitrógeno (N)	0.60	± 0.04* %	0.63
Azufre (S)	0.22	± 0.04* %	0.30

Se puede evidenciar que los resultados del análisis termogravimétrico son muy cercanos a los resultados de los análisis efectuados al BCA de Ingapi – Pacto. La cercanía en cuanto a los valores reportados es debido a la especie que se cultiva es la misma en los dos estudios (Antolin & Oliva, 2013).

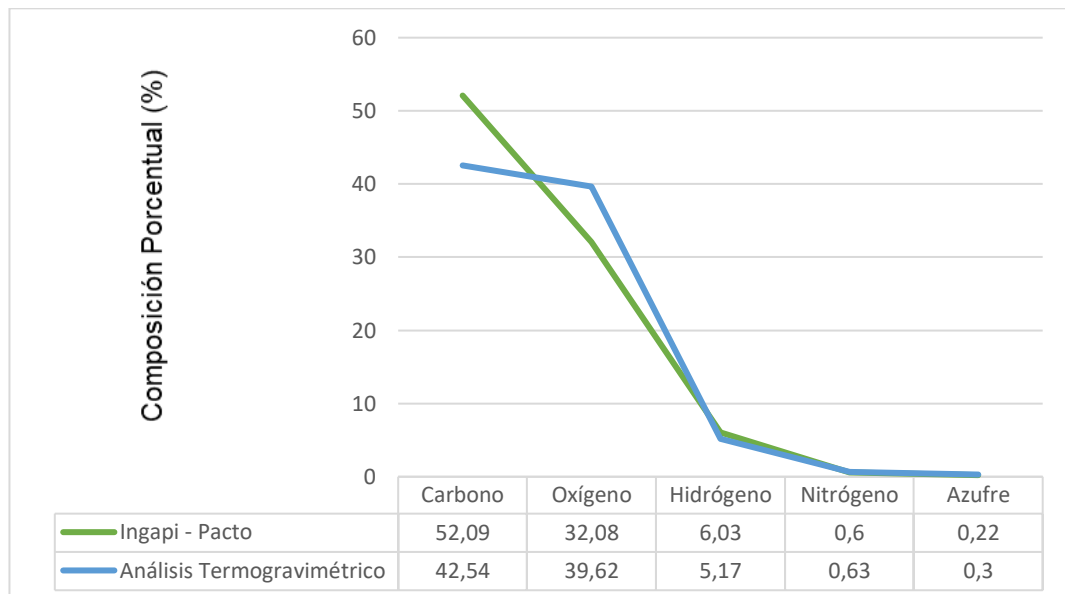


Figura 4. Comparación porcentual del bagazo de Ingapi con el método termogravimétrico.

El segundo estudio por su parte aplica un analizador elemental Carlo Erba modelo EA1110, dicho proceso es automatizado, mediante la oxidación de la muestra y la lectura de los gases que emite cada compuesto se reportan los resultados que serán comparados con los resultados obtenidos del BCA de Ingapi – Pacto.

Tabla 17. Comparativa de la composición porcentual aplicando análisis elemental.

Elemento	BGA Ingapi – Pacto (%)	Desviación estándar (%)	Análisis Elemental (%)
Carbono (C)	52.09	± 0.15* %	44.62
Oxígeno (O)	32.08	± 0.01* %	48.62
Hidrógeno (H)	6.03	± 0.05* %	5.99
Nitrógeno (N)	0.60	± 0.04* %	0.51
Azufre (S)	0.22	± 0.04* %	0.25

En este caso, se aplicó un método diferente y lo particular de este estudio es que sus resultados son comparados con los valores reportados en varios estudios en distintos lugares entre ellos Brasil, Australia, India, entre otros. Dicha comparativa estableció un rango de valores por la similitud entre los mismos. Los valores reportados en el estudio de Ingapi – Pacto están muy cercanos a los valores antes mencionados (Neri-Segura, 2002).

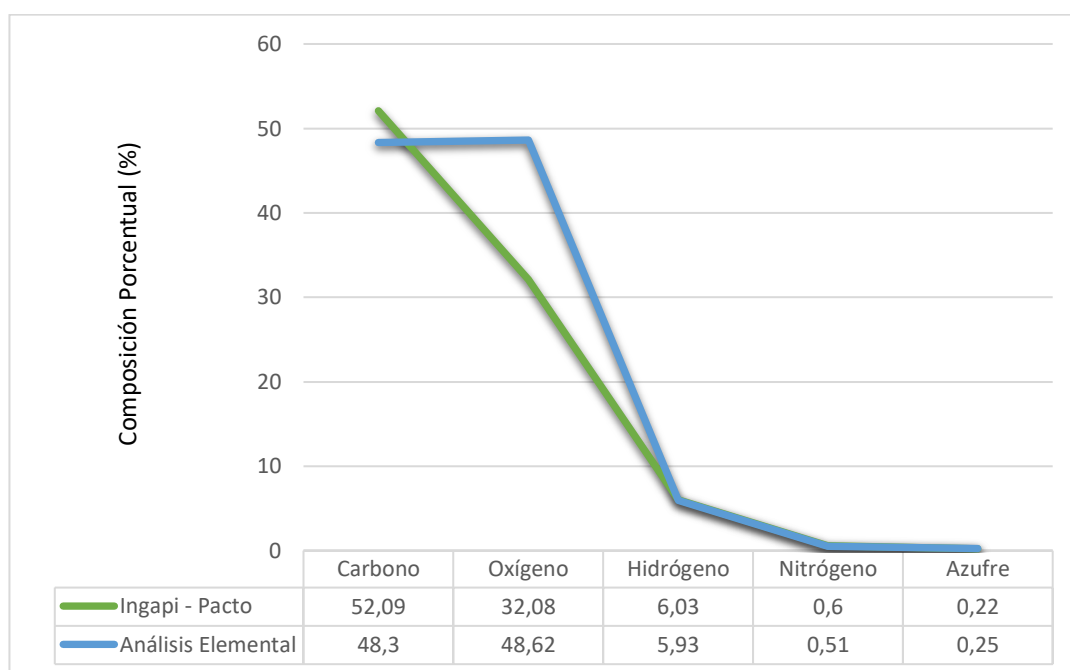


Figura 5. Comparación porcentual del bagazo de Ingapi con el método análisis elemental.

El tercer estudio utilizado para el análisis corresponde a metodologías similares a las que se llevó a cabo en el presente proyecto, el proceso de combustión se lo realiza en condiciones controladas y como comburente está el oxígeno y vapor de oxígeno, la comparativa de los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18. Comparativa de la composición porcentual aplicando análisis elemental.

Elemento	BGA Ingapi – Pacto (%)	Desviación estándar (%)	Gasificación del BCA (%)
Carbono (C)	52.09	± 0.15* %	48.30
Oxígeno (O)	32.08	± 0.01* %	42.87
Hidrógeno (H)	6.03	± 0.05* %	8.32
Nitrógeno (N)	0.60	± 0.04* %	0.43
Azufre (S)	0.22	± 0.04* %	-

De la comparación se evidencia que los resultados presentan cercanía por la aplicación de los mismos métodos, en el caso del azufre no se reporta ya que su concentración es muy baja.

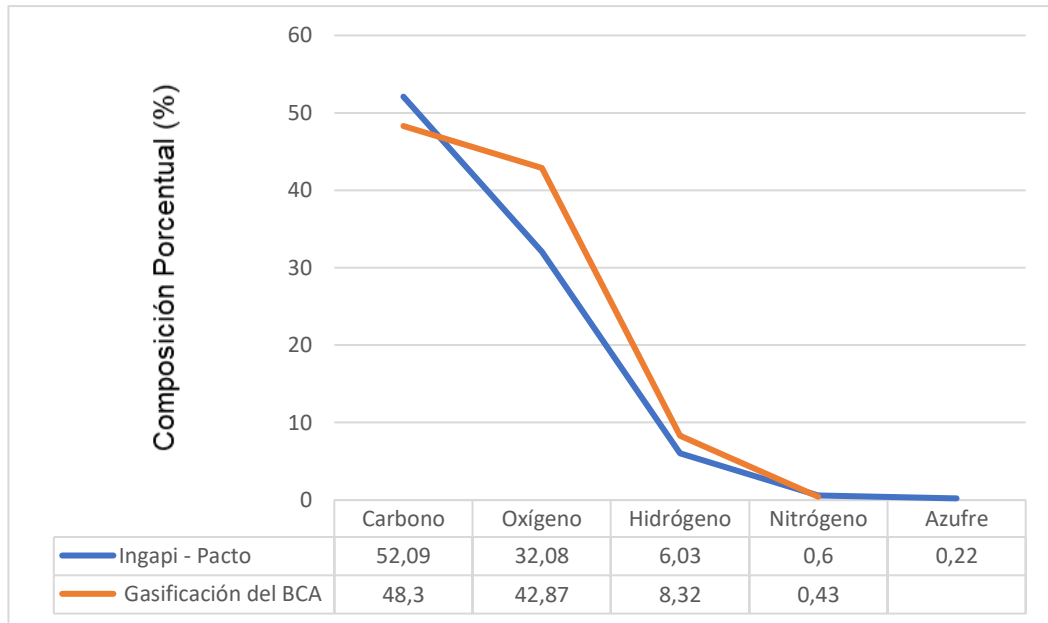


Figura 6. Comparación porcentual del bagazo de Ingapi con el método gasificación.

De estos análisis se puede llegar decir que el bagazo de caña del poblado de Ingapi – Pacto está en los parámetros que se han reportado en estudios similares, a pesar de la metodología y el porcentaje reportado son muy próximos entre estos.

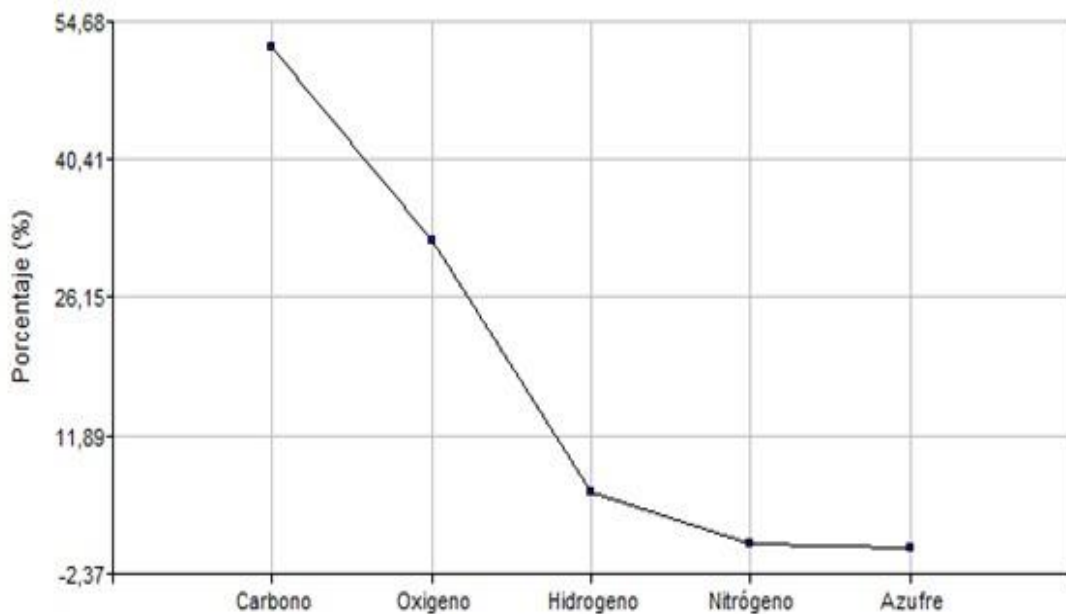


Figura 7. Distribución porcentual del bagazo de caña de azúcar de Ingapi – Pacto.

3.1.6 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA CENIZA RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN.

3.1.6.1 Resultados de la determinación del tamaño y forma de partícula de ceniza resultante de la combustión.

La microscopía electrónica de barrido (SEM) permite determinar la forma y cantidad de la partícula de ceniza de caña, en el Anexo 9 se puede visualizar la morfología de los cuatro análisis que se realizó en la ceniza. Las imágenes nos permiten determinar que en estado sólido las partículas de ceniza se muestran heterogéneas y su forma es irregular. La tabla 14, nos muestra la media del análisis y su respectiva desviación estándar.

Tabla 19. Tamaño de la partícula de ceniza resultado de la combustión

Parámetro	Análisis 1 (µm)	Análisis 2 (µm)	Análisis 3 (µm)	Análisis 4 (µm)	Media (µm)	Desviación estándar (µm)
Tamaño de partícula.	200	500	50	500	312.5	± 225* µm

Según la Universidad de Extremadura, el diámetro de la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA), resultante del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar determina el porcentaje de cenizas volantes que se forman en el proceso de combustión (Figura 4).

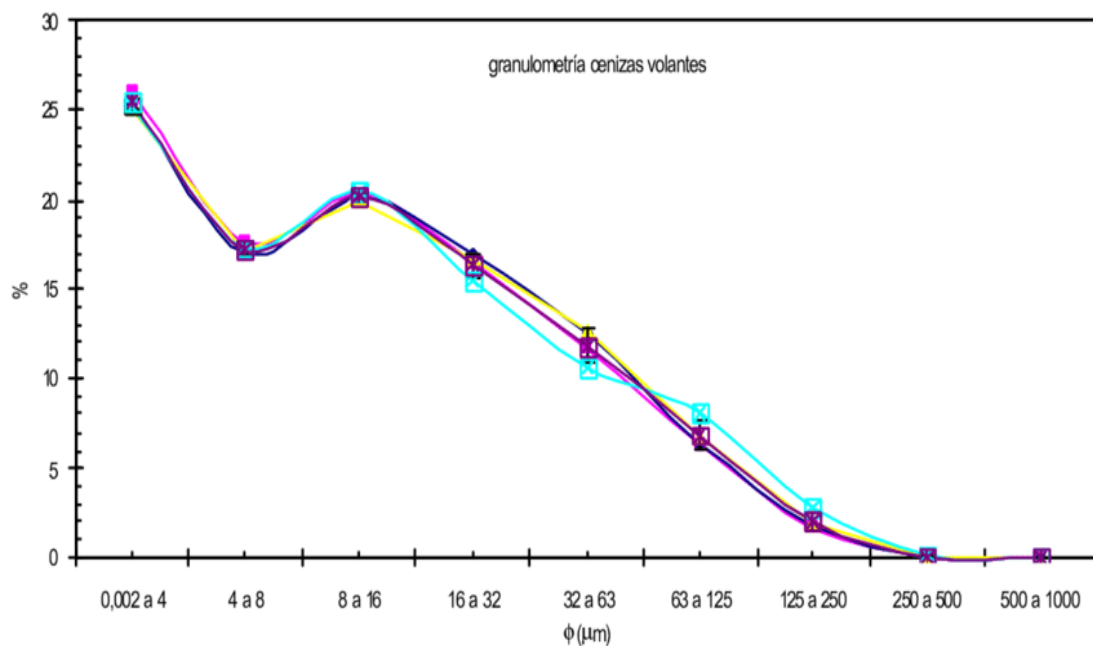
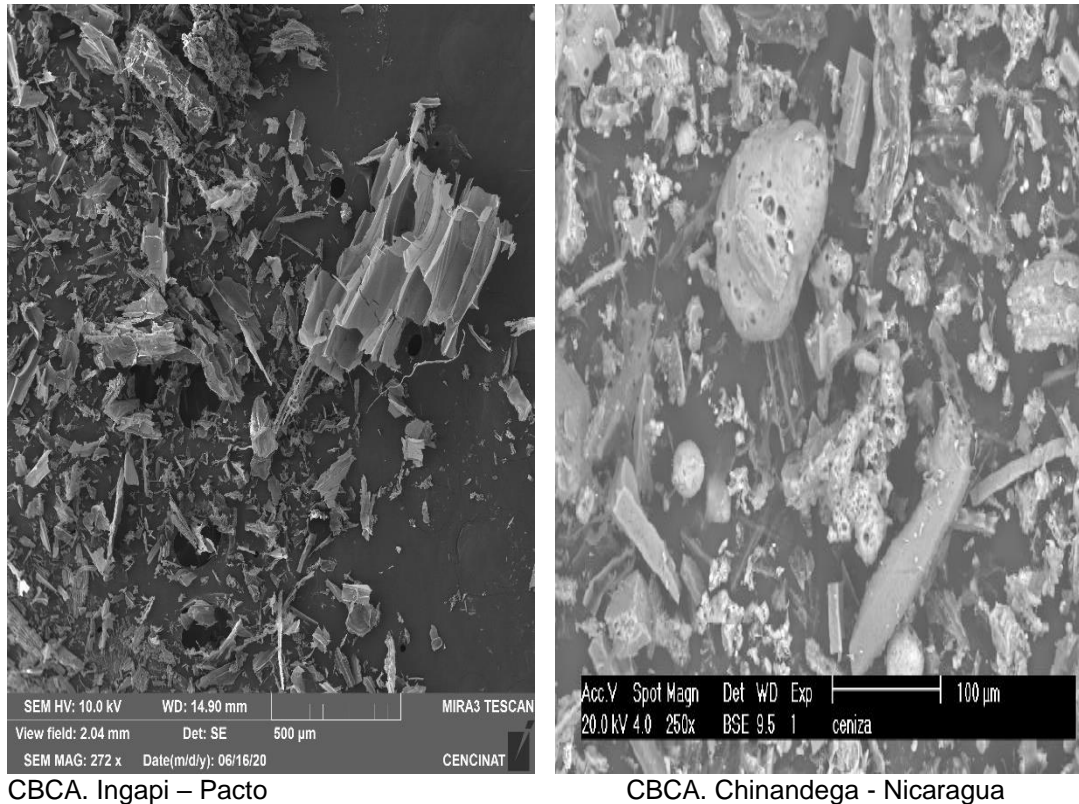


Figura 8. Porcentaje de cenizas volantes según el diámetro de partícula.

(Universidad Extremadura, 2012)

La forma de la partícula de CBCA nos permite definir posibles usos a este material, de esta forma crear valor agregado a lo que hasta ahora solo se ve como un residuo. La figura 6. muestra la forma de la ceniza resultante de la combustión del BCA en relación de la ceniza resultante en la industria nicaragüense.



CBCA. Ingapi – Pacto

CBCA. Chinandega - Nicaragua

Figura 9. Comparativa morfológica de CBCA.

La CBCA del sector de Ingapi – Pacto, resultado del proceso de combustión del BCA tiene una forma irregular (bastones, grupos pequeños, partículas sueltas) y la mayor parte de las partículas son compactas y el tamaño de partícula promedio que se registra es de 312.5 µm.

Por su parte la fotomicrografía de la ceniza del bagazo de caña correspondiente a Chinandega – Nicaragua, tiene una forma irregular (bastones, esferas, semiesferas) y la mayor parte de partículas son irregulares el tamaño de partícula es de 100 µm.

El diámetro y la forma de la partícula de la CBCA Chinandega – Nicaragua determino que es apta para ser utilizada como agregados en la fabricación de cemento portland, para la CBCA del sector del Sector de Ingapi – Pacto si se agregan análisis de compactación se puede determinar su posible uso como agregado para mejorar el rendimiento de productos como es el cemento portland (Tórrez-Rivas et al., 2014)

3.1.6.2 Resultados de la determinación de la cantidad de partícula de ceniza resultante de la combustión.

Al contar con un plan de muestreo se logró obtener una muestra representativa y con ello extrapolar los datos para poder generalizar todo el proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar, en la muestra de 0.2 Kg se determinó que el 3.06% representa la cantidad de ceniza producida en el proceso de combustión (0.073Kg), en la tabla 15 se relaciona la cantidad de ceniza producida con la cantidad de bagazo producido mensualmente y de esta forma estimar la producción mensual de ceniza.

Tabla 20. Producción de ceniza por panelera en Ingapi – Pacto.

Producción mensual de bagazo de por panelera (Kg).	Cantidad de ceniza resultante de la combustión (Kg).
18140.0	555.08
13605.0	416.31
15872.5	485.69
13605.0	416.31
13605.0	416.31
18140.0	555.08
18140.0	555.08

En la figura 10 se representa la estimación en cuanto a la producción de ceniza en las paneleras de Ingapi – Pacto.

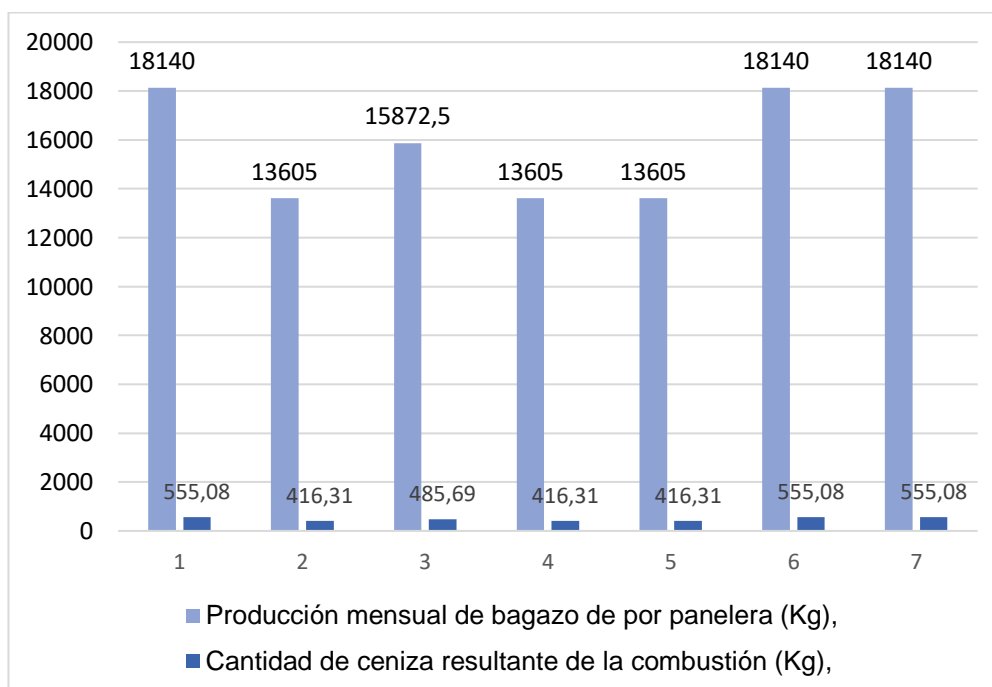
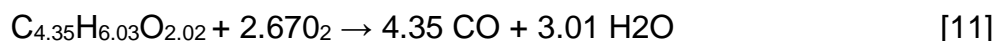


Figura 10. Estimación de la ceniza generada en base a la cantidad de bagazo producido

3.1.7 RESULTADOS DE LA RELACIÓN ESTEQUIOMÉTRICA DE LA COMBUSTIÓN.

Para establecer la relación estequiométrica del proceso de combustión se utilizó los porcentajes determinados en la sección 3.1.1 donde se estableció para el carbono el 52.3%; el oxígeno con 32.4%; el hidrógeno 6.03%; nitrógeno 0.69% y el azufre 0.22 % a dichos resultados se los divide para el peso atómico respectivo (C :12 ; O :16; H :1;N:14; S:32). Se puede obtener la ecuación del proceso de combustión (Ecuación 11)



Para el análisis de la relación estequiométrica, lo primero que se realizó es descartar los elementos que por su baja concentración están inertes en el proceso de combustión. En la tabla 21 se muestra los elementos descartados y su concentración reportada.

Tabla 21. Elementos considerados inertes por su concentración.

Elemento	Desviación estándar (%)	Porcentaje (%)	MOL
Nitrógeno (N)	± 0.04* %	0.60	0.071
Azufre (S)	± 0.04* %	0.22	0.06

La figura 11 representa la composición porcentual y la concentración molar de los compuestos considerados inertes.

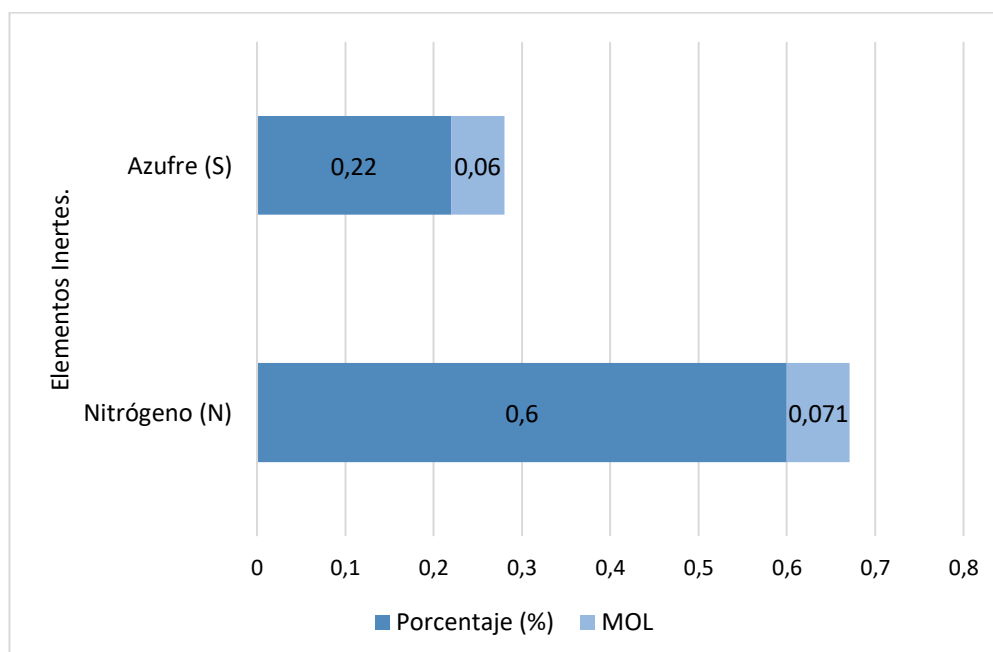


Figura 11. Elementos descartados por su baja concentración (elementos inertes)

Los elementos que intervienen directamente en la reacción de combustión se muestran en la tabla 22.

Tabla 22. Elementos presentes en el proceso de combustión del BCA.

Elemento	Desviación estándar (%)	Porcentaje (%)	MOL
Carbono	$\pm 0.15^* \%$	52.09	4.35
Hidrógeno	$\pm 0.05^* \%$	6.03	6.03
Oxígeno	$\pm 0.01^* \%$	32.08	2.67

La figura 12 representa la concentración de los elementos que se toman en cuenta en el planteamiento de la ecuación estequiométrica.

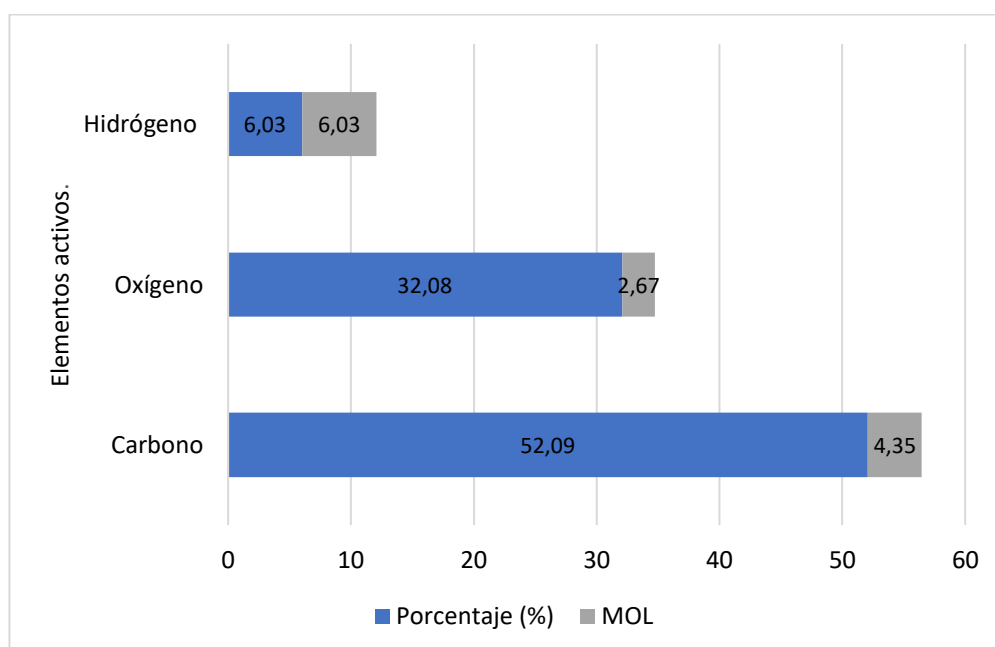
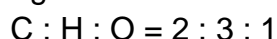


Figura 12. Elementos descartados por su baja concentración

Posterior con los elementos que se toman en cuenta para formular la reacción de combustión del bagazo de caña de azúcar se divide para el de menor concentración para este caso el elemento de menor concentración es el oxígeno, de esto tenemos la siguiente relación:



El planteamiento de la relación estequiométrica es un estimado debido a que no se cuenta con el peso molecular del BCA, ya que no se cuenta con el peso molecular del BCA.

3.2 EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO COMBUSTIBLE.

3.2.1 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

Las principales actividades del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar se detallan a continuación y se las representa en un flujograma.

- **Molienda de la caña de azúcar** (*Graminae, Saccharu*) durante este proceso la caña se muele con la ayuda de molinos mecánicos (Anexo 3 – Figura 6), como resultado de este proceso tendremos el concentrado del jugo de caña y el bagazo de caña de azúcar. Los molinos son impulsados por unos motores de combustión interna a diésel (Anexo 3 – Figura 5), en la tabla 23 se detalla el consumo de combustible por cada motor y la potencia generada.

Tabla 23. Potencia generada por los motores usados en las paneleras de Ingapi - Pacto.

Panelera.	Tipo de Motor.	Consumo de diésel (gal/mes.)	Potencia (Hp)
1	CHANGF-A	6	15
2	WEISER	4	10
3	WEISER	5	15
4	WEISER	4	10
5	WEISER	4	10
6	CHANGF-A	6	15
7	CHANGF-A	6	15

- **Almacenamiento del bagazo de caña de azúcar.** Con el propósito de mejorar el rendimiento del bagazo de caña al momento de combustionar, se lo almacena aproximadamente una semana bajo techo de esta forma se baja la humedad del bagazo (Anexo 3 – Figura 9).
- **Combustión del bagazo de caña de azúcar.** Para este paso se utiliza hornos de fabricación manual de 4m de largo, 0.60 ancho y 1m de profundidad, en estos se coloca el bagazo de caña, que actuará como combustible y como comburente el oxígeno presente en el aire en condiciones ambientales, y como residuo de este proceso tenemos la ceniza (Anexo 3 – Figura 10).
- **Evaporación total del sumo de caña de azúcar.** El proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar tiene una duración variable,

esto depende de la cantidad de jugo de caña que se extrajo en el proceso de molienda, como resultado de este proceso se tiene panela sólida y como residuo el vapor de agua liberado.

- **Limpieza de los hornos.** Posterior al proceso de combustión el principal residuo es la ceniza, la misma que se la utiliza como fuente de nitrógeno para el cultivo de caña. También con este proceso se evita que se compacte la ceniza dentro del horno.
- **Acumulación de la ceniza.** La ceniza del proceso de combustión se acumula a cielo abierto en montículos cercanos al punto de combustión, posterior se la utiliza en el momento en que se prepara el terreno para nuevamente iniciar el cultivo de caña de azúcar.

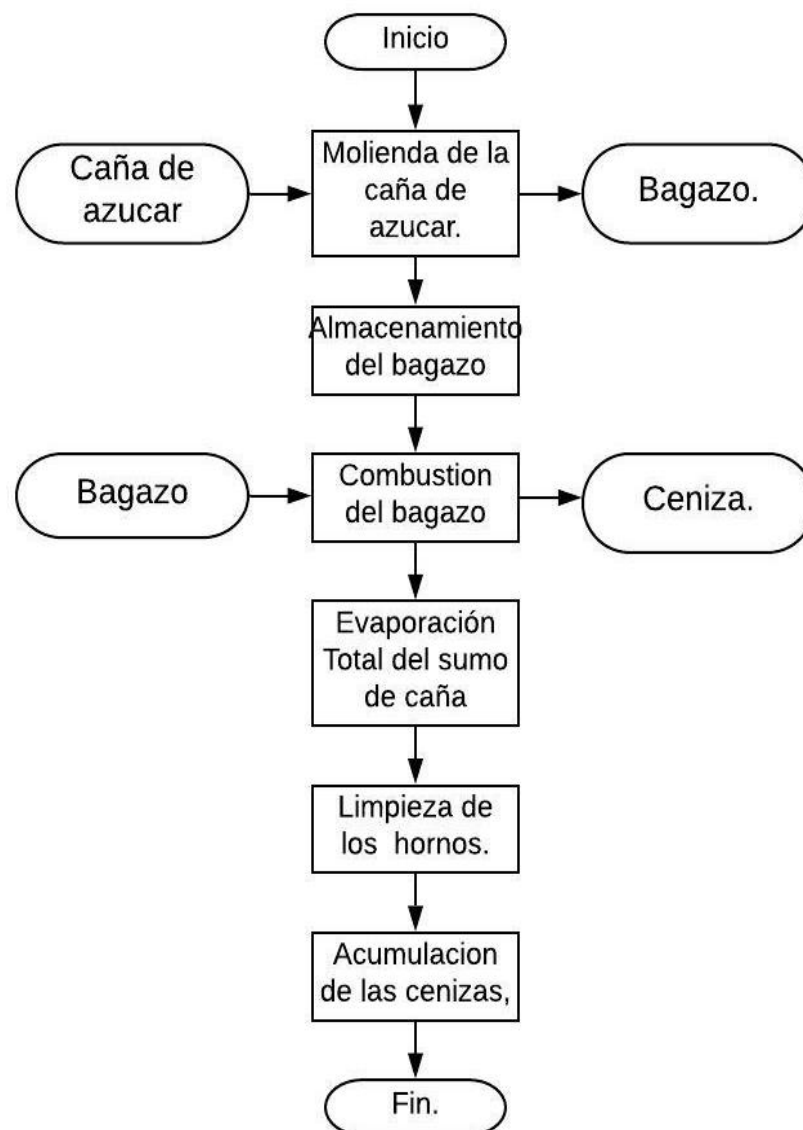


Figura 13. Flujograma de las actividades del proceso de combustión.

3.2.2 RESULTADOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

3.2.2.1 Resultados de los Factores del Medio Físico

Los factores ambientales del medio físico que se determinaron se muestran en la Tabla 24, posterior se muestra los resultados de cada uno de estos.

Tabla 24. Impactos Potenciales del medio físico.

Medio	Elemento	Impactos Potenciales
Medio Físico.	Suelo.	Compactación del suelo.
		Erosión del suelo.
	Aire.	Emisión de cenizas.
	Paisaje.	Columnas de vapor.

- **Compactación del suelo.** El área para llevar a cabo la combustión del bagazo de caña se la puede clasificar en dos:

Zona de combustión. - Lugar específico de la instalación de Hornos.

Tabla 25. Compactación del suelo por los hornos de combustión.

Panelera	Medidas del Horno (m ²)	Área Total. (m ²)
1	5 x 1 x 1.5	7.5
2	4 x 1 x 1	4.0
3	4 x 1 x 1.5	6
4	5 x 1 x 1.5	7.5
5	4 x 1 x 1	4
6	5 x 1 x 1	5
7	5 x 1 x 1	5

Zona relacionada a la combustión. – Lugares relacionados directamente al proceso de combustión esto incluye: el área de extracción o molienda, área de almacenamiento del bagazo, área de acumulación de cenizas resultantes.

Tabla 26. Compactación del suelo por actividades relacionadas a la combustión.

Panelera	Lugar	Área (m2)	Área Total. (m2)
1	Molienda.	12	42
	Almacenamiento de bagazo	25	
	Almacenamiento de ceniza.	5	
2	Molienda.	10	46
	Almacenamiento de bagazo.	30	
	Almacenamiento de ceniza.	6	
3	Molienda.	10	54
	Almacenamiento de bagazo	35	
	Almacenamiento de ceniza.	6	
4	Molienda.	9	49
	Almacenamiento de bagazo.	30	
	Almacenamiento de ceniza.	10	
5	Molienda.	12	51
	Almacenamiento de bagazo.	30	
	Almacenamiento de ceniza.	9	
6	Molienda.	12	57
	Almacenamiento de bagazo.	35	
	Almacenamiento de ceniza.	10	
7	Molienda.	8	39
	Almacenamiento de bagazo.	25	
	Almacenamiento de ceniza.	6	

- **Erosión del suelo.** Se determinó que la actividad que permite realizar el proceso de combustión del bagazo de caña y que pueden generar un grado de erosión en el suelo de la Población de Ingapi – Pacto, es el cultivo de caña.

Esta actividad, según Rodríguez es un monocultivo que se lo realiza de forma natural libre de pesticidas o fertilizantes como resultado se tiene que sea lento el proceso de erosión y que el grado de nutrientes y minerales sea óptimo para el cultivo de caña de azúcar por ello no hay afectación a la capa arable (Rodríguez, 2019).

En la tabla 27 se muestra la pérdida de suelo por causas naturales, el estudio se realizó en dos fincas aledañas al sector de Ingapi – Pacto, por lo que se puede asumir que es similar la situación en las paneleras objeto de estudio.

Tabla 27. Promedio de erosión del suelo en el sector de Pacto

	Grieta	Perdida de suelo (t/ha)	Total (t/ha)	Promedio (t/ha)
Finca 1	1	0.068	0.211	0.189
	2	0.112		
	3	0.016		
	4	0.015		
Finca 2	1	0.043	0.168	
	2	0.026		
	3	0.036		
	4	0.014		
	5	0.049		

(Rodríguez, 2019)

- **Emisión de cenizas.** En el proceso de combustión del bagazo de caña se generan cenizas, por la naturaleza y forma de los hornos esta queda contenida dentro de los hornos, no es expulsada a la atmósfera. Cuando ya baja la temperatura y por gravedad se da el asentamiento de las cenizas de pequeño tamaño y posterior de forma manual se las retira para acumularlas en la zona de almacenamiento de cenizas, posterior la misma ceniza se la utiliza como fuente de nitrógeno en el nuevo cultivo de caña y este es uno de los abonos orgánicos que se utilizan en el cultivo de caña.

Tabla 28. Estimación anual de producción de cenizas en las siete paneleras.

Producción mensual (t/mes)	Producción mensual (t/año)
3.399	40.798

- **Columnas de vapor.** Una característica del proceso de combustión es que se genera vapor de agua, pero es en pequeñas cantidades y por periodos cortos, cuando se deja de generar vapor es que se ha eliminado buena parte del agua existente.

3.2.2.2 Resultados de los Factores del Medio Biótico.

Los factores ambientales en este medio son mínimos, debido a que el proceso es a baja escala, de forma controlada y alejada de la flora y fauna local.

Tabla 29. Impactos Potenciales del medio físico.

Medio	Elemento	Impactos Potenciales
Medio Biótico.	Flora.	Sin afectación registrada.
	Fauna.	Sin afectación registrada.

3.2.2.3 Resultados de los Factores del Medio Socio Económico.

Los factores ambientales del medio Socio Económico, que se determinaron se muestran en la Tabla 32, posterior se muestra los resultados de cada uno de estos.

Tabla 30. Impactos Potenciales del medio Socio Economico.

Medio	Elemento	Impactos Potenciales
Medio Socioeconómico.	Económico.	Exportación de panela.
	Social.	Reconstrucción vial

- **Exportación de panela.** Desde el año 1996 la Parroquia de Pacto y sus poblados ha desarrollado como una de sus actividades principales la elaboración y comercialización de panela, esto ha dinamizado la economía y ha generado impactos positivos como negativos. En la Tabla 33. Se presenta los principales impactos en el elemento económico.

Tabla 31. Impactos Potenciales del elemento economico.

Elemento	Impacto Potencial	Impactos Positivos	Impactos Negativos
Económico	Exportación de Panela	Dinamización de la economía de Ingapi – Pacto. Generación de fuentes de empleo.	Bajos salarios y sobreexplotación laboral.

(GAD PARROQUIAL DE PACTO, 2014)

- **Reconstrucción vial.** Para el año 2018 se entrega la reconstrucción vial de la parroquia Pacto mejorando significativamente la calidad de vida de la sociedad, con esto el 85% de los poblados y comunidades tiene acceso a la red vial y pueden desarrollar sus actividades de manera eficiente (GAD PARROQUIAL DE PACTO, 2014).

3.2.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

La ponderación utilizada para la evaluación de los impactos ambientales se muestra en la tabla 34.

Tabla 32. Variables para la evaluación de los impactos ambientales.

Variable	Símbolo	Descripción	Ponderación
Magnitud	M		
Intensidad	i	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
Extensión	e	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	d	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
Importancia	I		
Reversibilidad	R	Irreversible	3
		Poco reversible	2
		Reversible	1
Riesgo	g	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
Extensión	e	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1

Los elementos determinados para cada uno de los elementos del proceso de combustión se relacionaron con la principal fase del proyecto que es la de operación, debido a que todo este análisis se lo realiza Ex post.

Para facilitar la interpretación de la ponderación se asigna colores a cada una de las variables.

3.2.3.1 Matriz caracterización de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 33. Matriz de caracterización del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN			ACTIVIDADES DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN						TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS (+)	TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)		
COMPONENTES AMBIENTALES	ELEMENTO	COMPONENTES	IMPACTOS	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS			ACUMULACIÓN DE LA CENIZA	
	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			-			-	-		4
		SUELO	Compactación del suelo.			-				-		4
			Erosión del suelo.			-				+		2
	PAISAJE	Columnas de vapor.			-		+				1	1
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.					-				
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.									1
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial		+	+	+	+	+	+	2	
		ECONÓMICO	Exportación de panela		+	+	+	+	+	+	8	
		SUBTOTAL DE IMPACTOS	(-)									14
(+)											13	

3.2.3.2 Matriz extensión de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 34. Matriz de extensión del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS							
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA	
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			2		2	2	
		SUELO	Compactación del suelo.			2			2	
			Erosión del suelo.		2				2	
	PAISAJE	Columnas de vapor.			2	2				
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.				2			
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.							
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial.		2	2	2	2	2	2
		ECONÓMICO	Exportación de panela.		2	2	2	2	2	2

Extensión: 1 Puntual (in situ); 2 Local (≥ 3Km de extensión); 3 Regional (≥ 10 Km de extensión)

3.2.3.3 Matriz duración de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 35. Matriz de duración del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS							
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA	
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			2		2	2	
		SUELO	Compactación del suelo.			2			2	
			Erosión del suelo.		2				2	
			PAISAJE	Columnas de vapor.			2	2		
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.				2			
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.							
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial.		2	2	2	2	2	2
		ECONÓMICO	Exportación de panela.		2	2	2	2	2	2

Duración: 1 Periódica; 2 Temporal; 3 Permanente.

3.2.3.4 Matriz reversibilidad de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 36. Matriz de reversibilidad del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS							
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA	
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			2		2	2	
		SUELO	Compactación del suelo.			1			1	
			Erosión del suelo.		1				1	
	PAISAJE	Columnas de vapor.			1	1				
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.				2			
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.							
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial.		3	3	3	3	3	3
		ECONÓMICO	Exportación de panela.		2	2	2	2	2	2

Reversibilidad: 1 Reversible; 2 Poco Reversible; 3 Irreversible.

3.2.3.5 Matriz intensidad de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 37. Matriz de intensidad del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS						
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			2		2	2
		SUELO	Compactación del suelo.			2			2
			Erosión del suelo.			2			2
	PAISAJE	Columnas de vapor.			2	2			
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.				2		
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.						
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial.		3	3	3	3	3	3
	ECONÓMICO	Exportación de panela.		3	3	3	3	3	3

Intensidad: 1 Baja; 2 Media; 3 Alta.

3.2.3.6 Matriz de riesgos de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 38. Matriz de riesgos del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS						
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE				3		2	2
		SUELO	Emisión de cenizas.			2			2
			Compactación del suelo.						2
	PAISAJE	Erosión del suelo.		2				2	
	BIÓTICO	FLORA	Columnas de vapor.			2	3		
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.				1		
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Especies endémicas vulnerables.						
		ECONÓMICO	Reconstrucción vial.	1	1	1	1	1	1
			Exportación de panela.	3	3	3	3	3	3

Riesgo: 1 Bajo; 2 Medio; 3 Alto.

3.2.3.7 Matriz magnitud de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 39. Matriz de riesgos del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS							
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA	
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			2		2	2	
		SUELO	Compactación del suelo.			2			2	
			Erosión del suelo.		2				2	
			PAISAJE	Columnas de vapor.			2	2		
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.				2			
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.							
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial.		2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
		ECONÓMICO	Exportación de panela.		2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4

Magnitud: $(l*0,40) + (e*0,40) + (d*0,20)$

3.2.3.8 Matriz importancia de los impactos ambientales del proceso de combustión.

Tabla 40. Matriz de importancia del proceso de combustión

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS						
ELEMENTO	COMPONENTES		CARÁCTER	MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA
COMPONENTES AMBIENTALES	FÍSICO - QUÍMICO	AIRE	Emisión de cenizas.			2,25		2	2
		SUELO	Compactación del suelo.			1,65			1,65
			Erosión del suelo.		1,65				1,65
		PAISAJE	Columnas de vapor.			1,65	1,9		
	BIÓTICO	FLORA	Especies endémicas vulnerables.				1,75		
		FAUNA	Especies endémicas vulnerables.						
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Reconstrucción vial.	2,25	2,25	2,25	2,25	2,3	2,25
		ECONÓMICO	Exportación de panela.	2,25	2,25	2,25	2,25	2,3	2,25

Importancia: $(e \cdot 0,40) + (R \cdot 0,35) + (g \cdot 0,25)$

3.2.3.9 Matriz de relación magnitud e importancia de los impactos ambientales del proceso de combustión.

COMPONENTES	FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDADES CON POSIBLES EFECTOS						IMPACTO TOTAL	
		MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA CENIZA	Magnitud +/- Importancia +/-	Ponderado
AIRE	Emisión de cenizas.			-2 -2.25		-2 -2	-2 -2	-6 -6.25	-12.5
SUELO	Compactación del suelo.			-2 -1.65			-2 -1.65	-4 -3.3	-6.6
	Erosión del suelo.		-2 -1.65				+2 +1.65	- -	-6.6
PAISAJE	Columnas de vapor			-2 -1.65	+2 +1.9			- +0.25	+0.5
FLORA	Especies endémicas vulnerables.				-2 -1.75			-2 -1.75	-3.5
FAUNA	Especies endémicas vulnerables.								
SOCIAL	Reconstrucción vial.	+2.4 +2.25	+2.4 +2.25	+2.4 +2.25	+2.4 +2.25	+2.4 +2.3	+2.4 +2.25	+14.4 +13.3	+32.52
ECONÓMICO	Exportación de panela.	+2.4 +2.25	+2.4 +2.25	+2.4 +2.25	+2.4 +2.25	+2.4 +2.3	+2.4 +2.25	+14.4 +13.3	+32.52
IMPACTO TOTAL	Magnitud +/-	+4.8 +4.50	+2.8 +2.85	-1.2 -1.05	+4.8 +4.65	+2.8 +2.6	+2.8 +2.50		
	Importancia +/- Ponderado	10.8	7.5	-0.3	10.8	+7.04	+6.8		

Tabla 41. Matriz relación magnitud e importancia del proceso de combustión.

3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN AL AMBIENTE DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

Para la descripción de la afectación ambiental se aplica el cálculo de la severidad.

La severidad es el nivel de apreciación de cada elemento y es el resultado de la multiplicación de la magnitud por la importancia, los resultados de este proceso se muestran en la tabla 44.

Tabla 42. Severidad de los impactos en el proceso de combustión

IMPACTOS	CARÁCTER						
		MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA	COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA	EVAPORACIÓN TOTAL DEL SUMO DE CAÑA	LIMPIEZA DE HORNOS	ACUMULACIÓN DE LA GENIZA
Emisión de cenizas.				4,5		4	4
Compactación del suelo.				3,3			3,3
Erosión del suelo.			3,3				3,3
Columnas de vapor.				3,3	3,8		
Especies endémicas vulnerables.					3,5		
Especies endémicas vulnerables.							
Reconstrucción vial.		5,4	5,4	5,4	5,4	5	5,4
Exportación de panela.		5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4

Los valores resultantes se del cálculo de la severidad se interpreta con la siguiente ponderación:

Tabla 43. Ponderación establecida para la severidad.

Rango de valores	Severidad del impacto.
1.0 – 3.0	Leve.
3.1 – 5.0	Moderado
5.1 – 7.0	Significativo.
7.1 – 9.0	Altamente Significativo.

Con los resultados de la tabla 44, se realiza el análisis por cada elemento y se determina el grado de impacto del proceso de combustión.

- **Elemento Físico – Químico.**

Este elemento está conformado por los componentes: aire, suelo y paisaje en los cuales se evaluó:

- Emisión de cenizas.
- Compactación del suelo.
- Erosión del suelo.
- Columnas de vapor.

De la evaluación se determinó que el grado de impacto es Moderado debido a la forma en que realizan el proceso de combustión y la magnitud de este.

- **Elemento Biótico.**

Este elemento está conformado por los componentes: flora y fauna en los cuales se determinó que no hay mayor afectación.

- **Elemento Socioeconómico.**

Este elemento está conformado por los componentes: flora y fauna en los cuales se evaluó:

- Reconstrucción vial.
- Exportación de panela.

De la evaluación se determinó que el grado de impacto es moderado y muy cercano a significativo, esto es porque la producción de panela y sus actividades directamente relacionadas impactan significativamente en la generación de empleos locales y generación de ingresos para los dueños de las paneleras y población relacionada.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- El análisis porcentual de los compuestos: C (52.09%), H (6.03%), N (0.60%), S (0.22%), O (32.08%), dichos valores son muy cercanos a estudios realizados, una de las principales razones es que es de fácil acceso la especie que se cultiva en la población de Ingapi – Pacto (*Graminae, Saccharu*).
- El análisis de metales pesados Cr (0.10%), Ni (0.10%); Co (0.14%) son concentraciones ínfimas el principal motivo es que no se usa productos químicos en el proceso de cultivo, por la concentración se puede decir que no representa un peligro para los pobladores de Ingapi el proceso de combustión del bagazo de caña.
- El poder calorífico del bagazo de caña cultivado en Ingapi – Pacto es de (9850.66 KJ/Kg), dicho valor es alto en referencia a estudios con las mismas condiciones, el valor reportado del PCSbs está directamente relacionado al porcentaje de humedad (12.85%), del análisis realizado se observó que la combustión es incompleta, con una eficiencia energética baja. El subproducto la ceniza tiene un diámetro de partícula 312.5 μm .
- La evaluación de impactos ambientales en las actividades relacionadas al proceso de combustión determinó que el grado de afectación es moderado con un rango entre 3.1- 5.0, este grado de afectación es principalmente al componente físico (aire, agua, suelo).

4.2 RECOMENDACIONES.

- Para futuros proyectos de investigación se recomienda ampliar el área de estudio a los demás poblados de la parroquia de Pacto, de esta manera se puede tener más información de la parroquia para poder incluir dichos resultados en los Planes de Ordenamiento Territorial Generados por el Gobierno Autónomo.
- Se puede recomendar una pre - limpieza antes de iniciar el proceso de combustión, no esperar que se acumule las cenizas, esta pre - limpieza permitirá determinar de forma exacta la cantidad de producción de ceniza en el proceso de combustión.
- Con un estudio de compactación de la ceniza se puede determinar el grado de eficiencia y posibles alternativas de uso tales como agregado en productos como el cemento puzolánico, con ello se daría un valor agregado y un uso alternativo al que actualmente tienen las cenizas del bagazo de caña de azúcar generadas en Ingapi – Pacto.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Rivera, N. (2011). Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel. *Ingeniería Investigación y Tecnología, XII*, 189–197.
- Alderetes, C. O. (2016). *Calderas a Bagazo*.
- Angulo, L. C., Huertas, J. I., & Restrepo, G. M. (2011). Characterization of total suspended particles (TSP) and inhalable particulate matter (PM10) generated in open pit coal mining areas. *Información Tecnológica, 22*(4), 23–34. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642011000400004>
- Antolin, G., & Oliva, D. (2013). Characterisation of Sugar Cane Bagasse. *Información Tecnológica, 14*(4), 91–96. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6mf1ycxrMOwC&oi=fnd&pg=PA91&dq=Caracterización+del+Bagazo+de+Caña+de+Azúcar+Media+nte+Análisis+Térmico&ots=sQ9Z5T9v40&sig=wk-kCsyhM5ynnyZf8GRtqRbqzQ4#v=onepage&q=Caracterización del Bagazo de Caña de Azúcar Median>
- ATSDR. (2001). RESUMEN DE SALUD PÚBLICA Cobalto (Cobalt). *División de Toxicología y Ciencias de La Salud, 1*–9. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs33.html%0Awww.atsdr.cdc.gov/es%0Ahttps://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs7.pdf
- Avella-moreno, E. (2012). Biocombustibles, Promisión O Falacia. *Momento, 0*(44), 35–48.
- Becerra, A. P., Buitrago, A. L., & Pinto, P. (2016). Sostenibilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia. *Ingeniería Solidaria, 12*(20), 133–149. <http://www.banrepcultural.org/revista-18>
- Budí Orduña, A. (2016). *Estimación Del Potencial Energético De La Biomasa Residual Agrícola Y Analisis De Aprovechamiento En Los Municipios De La Comarca Del Alto Palancia, 99*. http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/165971/TFM_2016_BudiOrduñaAlicia.pdf?sequence=1
- Carrera, D. (2010). *CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO POR WALKLEY y BLACK EVALUACIÓN DE DOS ESCALAS DE TRABAJO* (Issue 1). [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002010_Ronda_2010/000003_Ing_Agr_Daniel_Carreira_\(Carbono_oxidable_y_Nitrógeno\)/000008_Carbono_oxidable_-Método_de_Walkley&Black-_y_en_Nitrógeno_Kjeldahl_\(Ing_Agr_Daniel_Carreira\)_-Res](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002010_Ronda_2010/000003_Ing_Agr_Daniel_Carreira_(Carbono_oxidable_y_Nitrógeno)/000008_Carbono_oxidable_-Método_de_Walkley&Black-_y_en_Nitrógeno_Kjeldahl_(Ing_Agr_Daniel_Carreira)_-Res)
- Carvajal, A., Gomez, A. L., & Carlos, B. R. I. C. E. O. (2005). *ESTIMATION OF THE HEATING VALUE OF BAGASSE BLENDED WITH. 25*.
- Conesa, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. *Na, No 3*(4ta edición), NA. <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/46>

- Cori, C. E. C. De, Ruiz, M., Aular, L. M., Mora, R., Castillo, L., Arrieche, I. E., Díaz, T., Fernández, S., Noguera, R., & Tovar, M. R. (2010). *A turbidimetric method to determine sulphur in inorganic fertilizers*. June 2016.
- Cruz-Pons, A. de la. (2012). *Metales pesados en suelos cultivados con caña de azúcar en la Chontalpa Tabasco*. Scielo. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000200002
- NMX-F-371, 4 (1991).
- Díaz, R. (2008). Caracterización Energética del Bagazo de Caña de Azúcar del Ingenio Valdez. Ecuador. *Curso Internacional: PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOMASA*, 12–15.
- Diez, O. A., Cárdenas, G. J., & Mentz, L. F. (2010). Poder calorífico superior de bagazo , médula y sus mezclas, provenientes de la caña de azúcar de Tucumán , R . Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucuman*, 87(1), 29–38.
- DMQ. (2010). *Políticas y Estrategia del Patrimonio Natural del Distrito Metropolitano de Quito 2009-2015*. 88.
- FAO. (1991). *Secado de granos a altas temperaturas - Calentamiento del aire*. Roma. <http://www.fao.org/3/x5059s/x5059S05.htm>
- FAO. (2015). *Resolución 631 de 2015*. Diario Oficial No. 49.486 de 18 de Abril de 2015. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col145327.pdf>
- FAO, E. (1994). *De Calidad De Los Alimentos De Calidad De Los Alimentos En Laboratorios De Inspección Alimentaria*.
- GAD PARROQUIAL DE PACTO. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del la Parroquia de Pacto 2012-2025. *Igarss 2014*, 1, 1–114. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- García San José, R. (2001). *COMBUSTION Y COMBUSTIBLES*. 3–23.
- La, A. de, Zavala-Cruz, J., Guerrero-Peña, A., Salgado-García, S., Lagunes-Espinoza, L., & Gavi-Reyes, F. (1984). Metales pesados en suelos cultivados con caña de azúcar en la Chotapalpa Tabasco. In *Universidad y ciencia* (Vol. 28, Issue 2). La Universidad. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- La Vanguardia. (2016). *Del fuego a las renovables: historia de la energía*. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20181023/452521450976/historia-energia-fuego-energias-renovables.html>
- Manals-Cutiño, E.M. ; Penedo-Medina, M. ; S.-T. D. (2015). Caracterización del bagazo de caña como biomasa vegetal. *Tecnología Química*, XXXV(2), 179–192. <https://doi.org/10.1590/2224-6185.2015.2.%x>
- Muñoz, M. (2015). Correlación entre poder calorífico del bagazo y su porcentaje de cenizas e índice de preparación de la caña. *CENGICANA*, 508–513.

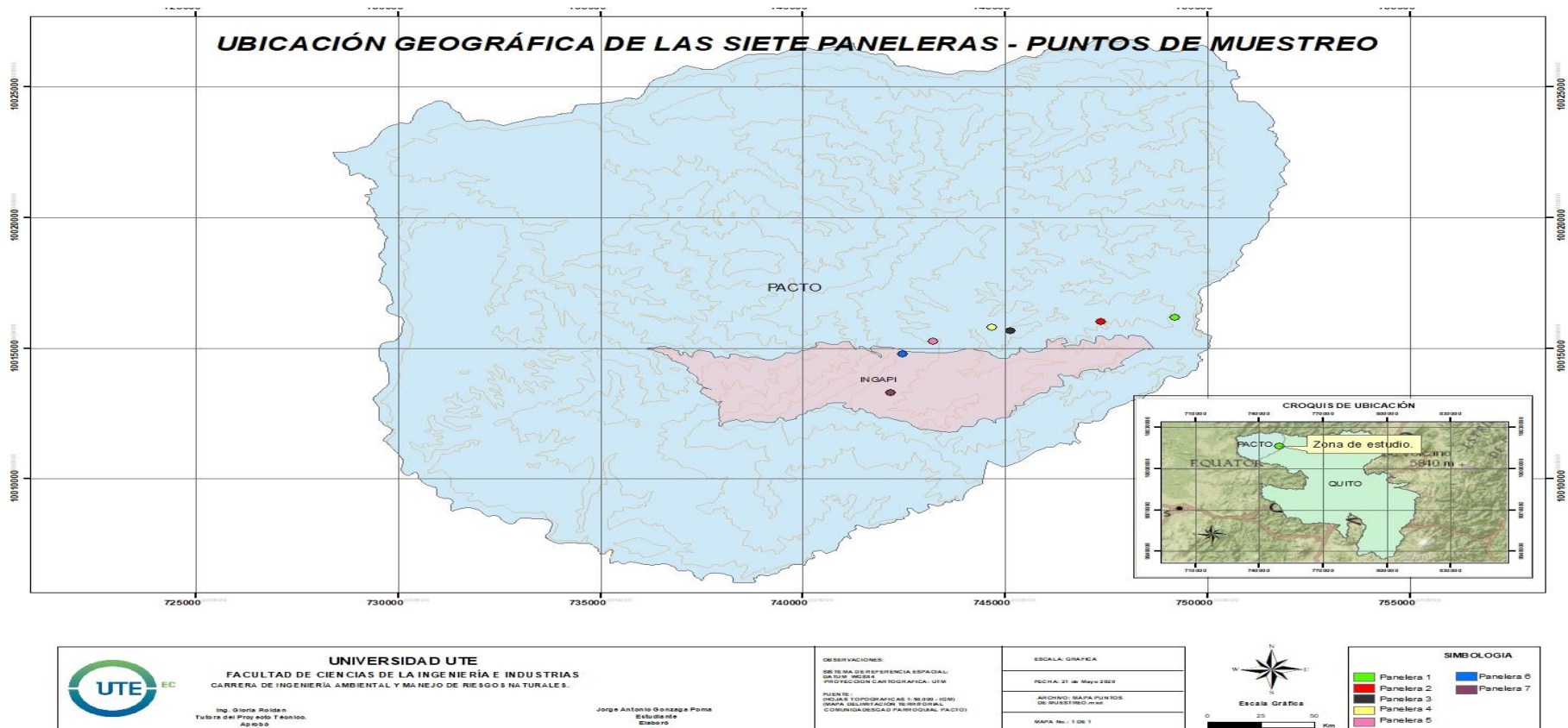
- Neri-Segura, F. J. (2002). *Caracterización y Cinética de la Pirólisis del Bagazo de Caña de Azúcar*. 1–76.
- NMKAL-AOAC Method. (2005). *AOAC Official Method 999.10, Lead, Cadmium, Copper, and Iron in Foods*. 18–20.
- Procolombia. (2016). *Manual de Empaque y Embalaje Para Exportación*. 20–21. http://www.procolombia.co/ruta-exportadora/sites/default/files/documentos/Manual_de_empaque_y_embalaje_para_exportacion.pdf
- Real Decreto 1110, 6 (1986).
- Rodríguez, F. (2019). Identificación de Procesos de Erosión por monocultivo en la parroquia de Pacto y Propuestas de Líneas de Acción. *Universidad UTE*, 53.
- Rubio-González, A. (2007). *Combustión y Generación de Vapor Sustainable supply chain network design View project Perfeccionamiento de la actividad científica y el postgrado en la educación superior View project*. <https://www.researchgate.net/publication/333903191>
- Tórrez-Rivas, B. J., Gaitán-Arévalo, J. R., Espinoza-Pérez, L. J., & Escalante-García, J. I. (2014). Valorización de ceniza de bagazo de caña de la industria azucarera Nicaragüense como sustituto parcial al cemento Portland. *Nexo Revista Científica*, 27(2), 82–89. <https://doi.org/10.5377/nexo.v27i2.1944>
- Universidad de Alcalá. (2016, March). *FUENTES DE INFORMACIÓN*. http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/publicaciones_oficiales.html
- Universidad Extremadura. (2012). *Estudio del impacto radiológico de las centrales térmicas de carbón sobre sus entornos*.
- UPV. (2016). *Determinación de la humedad de un alimento por un Método Gravimétrico Indirecto Por desecación*.
- Valencia, S., & Elena, L. (2001). *Caracterización Física, Química y Mineralógica de las Cenizas Volantes*.
- Velasco, J. (2014). Los biofertilizantes y la producción de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Agroproductividad*, 7(2), 60–64.
- Velo García, E. (2006). Desafíos del sector de la energía como impulsor del desarrollo humano. *Cuadernos Internacionales de Tecnología Para El Desarrollo Humano*, 5, 16.

ANEXOS.

ANEXOS

ANEXO 1.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS SIETE PANELERAS DE INGAPI PACTO



ANEXO 2.

ETIQUETA UTILIZADA EN LAS MUESTRAS PARA EL ENVIÓ A LABORATORIOS EXTERNOS

	UNIVERSIDAD UTE CIENCIAS DE LA INGENIERIA E INDUSTRIAS INGENIERIA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES	
No. Muestra: 001-INGAPI.	Contenido: Bagazo de caña de azúcar (BCA)	Estado: Solido.
Localización del muestreo.	Poblado: Ingapi. Parroquia: Pacto. Cantón: Quito. Provincia: Pichincha.	Cantidad: 200 g
Tipo de muestra: Compuesta.	Análisis requerido: Análisis elemental (C;N;O;S;H) / Humedad	
Fecha de muestreo: 2020/06/05	Fecha del análisis:	
Responsable muestreo: Jorge Gonzaga	Responsable análisis: 	
Coordenadas (UTM -WGS 84):	Longitud: 749219,13 Latitud: 10016164,71	
Datos de contacto:	Av. Mariscal Sucre S31-98 y Francisco Chiriboga / (593 2) 3035443-0979123973 / jorgea.gonzaga@ute.edu.ec	
Observaciones:		

	UNIVERSIDAD UTE CIENCIAS DE LA INGENIERIA E INDUSTRIAS INGENIERIA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES	
No. Muestra: 003-INGAPI.	Contenido: Ceniza del bagazo caña de azúcar (CBCA)	Estado: Solido.
Localización del muestreo.	Poblado: Ingapi. Parroquia: Pacto. Cantón: Quito. Provincia: Pichincha.	Cantidad: 200 g
Tipo de muestra: Compuesta.	Análisis requerido: Determinar tamaño, forma y cantidad de partícula (SEM)	
Fecha de muestreo: 2020/06/05	Fecha del análisis:	
Responsable muestreo: Jorge Gonzaga	Responsable análisis: 	
Coordenadas (UTM -WGS 84):	Longitud: 749219,13 Latitud: 10016164,71	
Datos de contacto:	Av. Mariscal Sucre S31-98 y Francisco Chiriboga / (593 2) 3035443-0979123973 / jorgea.gonzaga@ute.edu.ec	
Observaciones:		

ANEXO 3.

VISITA TÉCNICA A LAS PANELERAS DE INGAPI – PACTO.



Figura 1. Acceso principal al poblado de Ingapi-Pacto



Figura 2. Propietario de una de las paneleras de Ingapi.



Figura 3. Plantaciones de caña Ingapi-Pacto.



Figura 4. Panelera No. 1 Ingapi – Pacto.



Figura 5. Motor utilizado en el proceso de extracción del jugo de caña.



Figura 6. Trapiche utilizado para extraer el jugo de caña.



Figura 7. Proceso de extracción de jugo de caña-bagazo.



Figura 8. Almacenamiento bajo techo del bagazo de caña.



Figura 9. Producción de tres semanas de bagazo de caña.



Figura 10. Horno para la combustión del bagazo.



Figura 11. Interior de la chimenea de combustión del bagazo de caña.



Figura 12. Almacenamiento de la ceniza de tres semanas.

ANEXO 4.

MODELO DE ENCUESTA APLICADA A LOS PROPIETARIOS DE LAS SIETE PANELERAS.



UNIVERSIDAD UTE
CIENCIAS DE LA INGENIERIA E INDUSTRIAS

ENCUESTA

No _____

OBJETIVO. - *Obtener datos relevantes (cuantitativos-cualitativos) para caracterizar el proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en las paneleras de Ingapi-Pacto*

RESPONSABLE. - *Jorge Antonio Gonzaga Poma.*

INSTRUCCIONES. -

- *Especifique el propósito de la encuesta.*
- *Lea de forma clara las preguntas con su interlocutor.*
- *Explique o utilice un lenguaje sencillo de ser necesario.*
- *Si se complica la respuesta por el interlocutor presente opciones de posible respuesta.*
- *Anote de forma clara las respuestas brindadas.*

Datos del encuestado.

Nombre: Género: M F

Edad:

Dirección:

Cuanta caña usa para la producción de panela (establezca las unidades)

.....
.....

Cuanta es la producción mensual de panela en su hogar

.....
.....

Que cantidad de bagazo estima que se puede produce de bagazo de su panelera.

.....
.....

¿Todo el bagazo lo quemado (combustión) para evaporar la panela? (Marque con una X)

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO

SI LA RESPUESTA ES NO: ¿Los excedentes de caña que destino tienen?

.....
.....



¿Tiene algún proceso que mejore el estado del bagazo previo a ser quemado (combustionado)?

¿Cuántas horas opera el trapiche?

¿Sabe cuanto ceniza se produce en cada quema del bagazo, (especifique las unidades)?

¿Tiene algún destino en particular la ceniza – Especifique cual es de ser la respuesta SÍ?

	SI
	NO

¿Ha presentado alguna enfermedad respiratoria que este asociado por manipular ceniza – Especifique cual es de ser la respuesta SÍ?

	SI
	NO

¿Ha presentado alguna reacción alérgica que este asociado por manipular ceniza – Especifique cual es de ser la respuesta SÍ?

	SI
	NO

ANEXO 5.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO SEM EN LA MUESTRA DE CENIZA RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN (CBCA)



Figura 13. Preparación de las cuatro alcuotas de ceniza.



Figura 14. Calibración del microscopio electrónico de barrido TESCAN MIRA 3.



Figura 15. Lectura del tamaño y forma de la partícula de ceniza.



Figura 16. Estabilización de la muestra.

ANEXO 6.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS EN LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA)

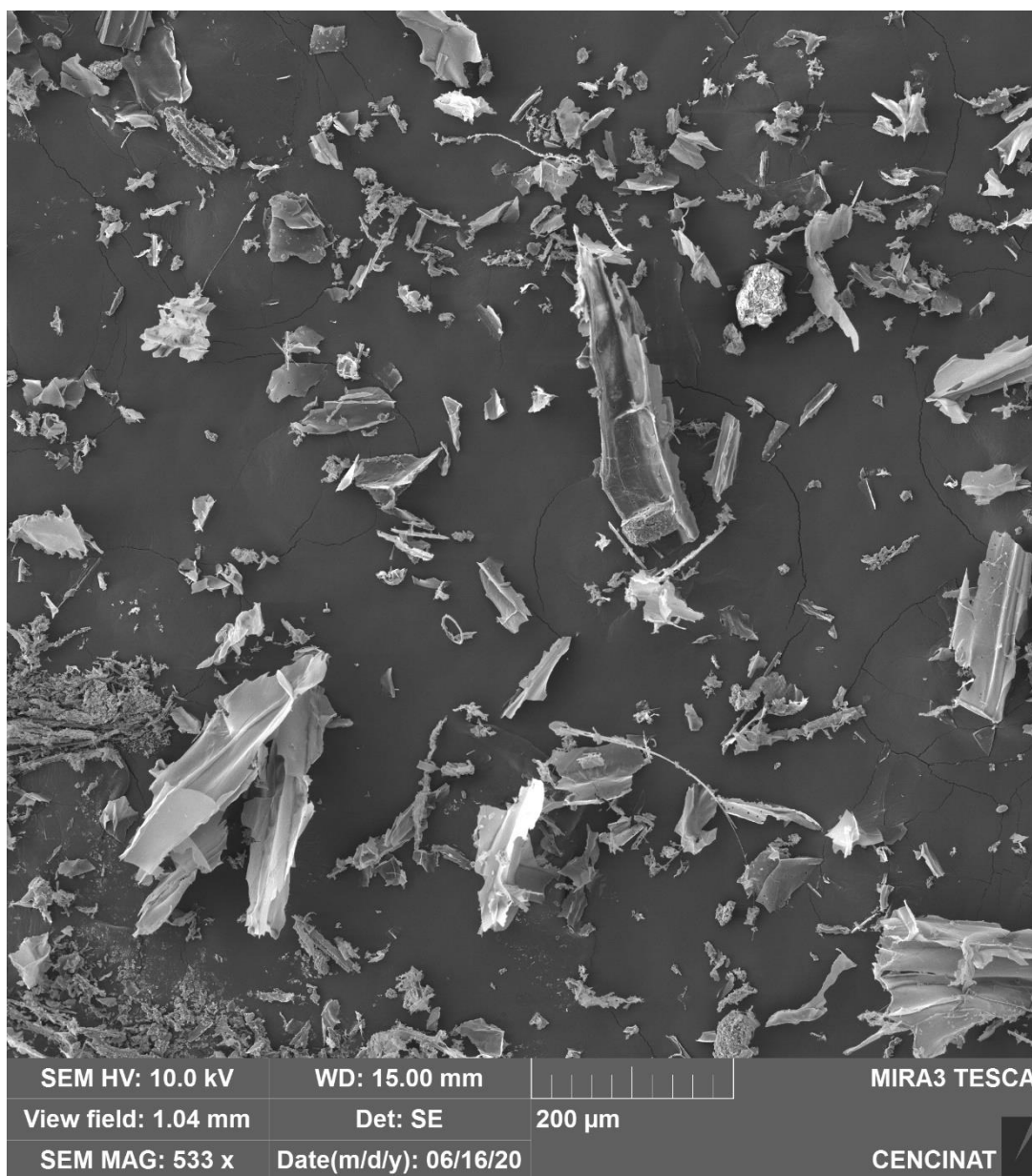


Figura 16. Análisis SEM (1) determinación del tamaño y forma de la partícula de ceniza resultante del proceso de combustión.



Figura 17. Análisis SEM (2) determinación del tamaño y forma de la partícula de ceniza resultante del proceso de combustión.

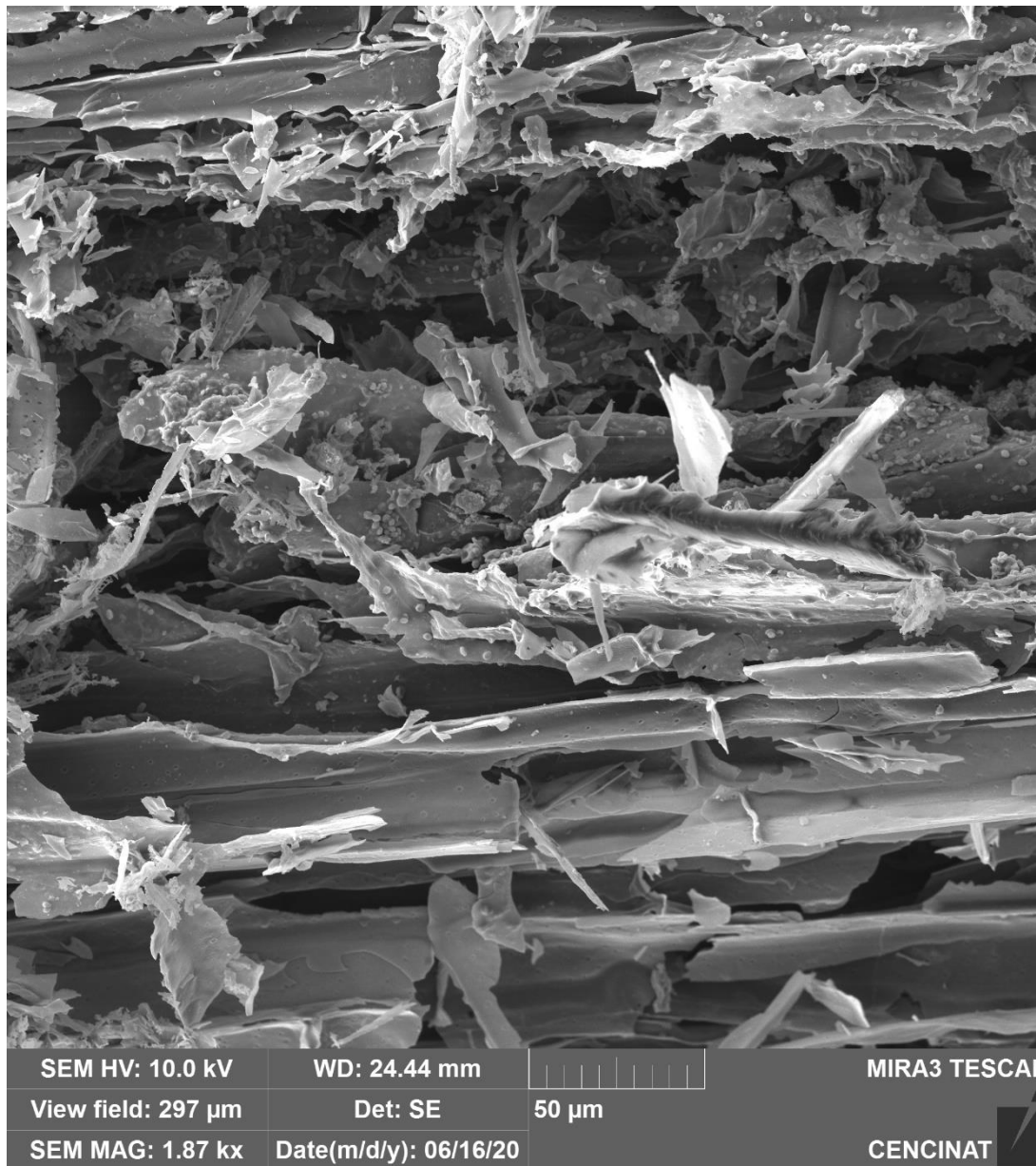


Figura 18. Análisis SEM (3) determinación del tamaño y forma de la partícula de ceniza resultante del proceso de combustión.

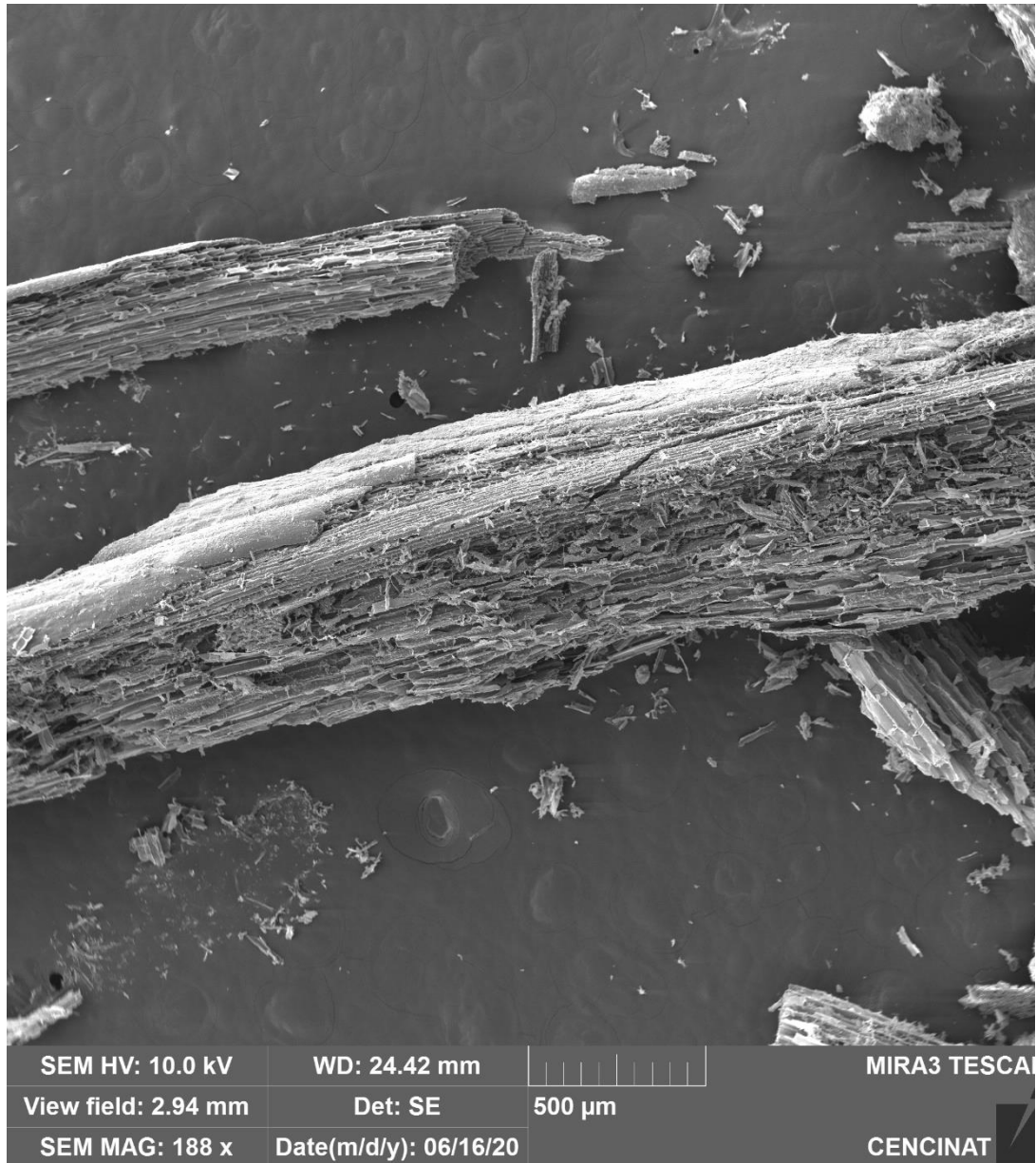


Figura 19. Análisis SEM (4) determinación del tamaño y forma de la partícula de ceniza resultante del proceso de combustión.

« Responder a todos Eliminar No deseado Bloquear ...

[Urkund] 0% de similitud - gloria.roldan@ute.edu.ec

R report@analysis.orkund.com     
Jue 01/10/2020 19:53
Para: Gloria Maria Eloisa Roldan Reascos

PROYECTO TesisJORGE GONZ...
7 MB

Documento(s) entregado(s) por: gloria.roldan@ute.edu.ec
Documento(s) recibido(s) el: 02/10/2020 2:51:00
Informe generado el 02/10/2020 2:51:59 por el servicio de análisis documental de Urkund.

Mensaje del depositante:

Documento : PROYECTO TesisJORGE GONZAGA.docx [D80455907]

¡IMPORTANTE! El análisis contiene 1 warning(s).

Alrededor de 0% de este documento se compone de texto más o menos similar al contenido de 14 fuente(s) considerada(s) como la(s) más pertinente(s). La más larga sección comportando similitudes, contiene 18 palabras y tiene un índice de similitud de 100% con su principal fuente.

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento. Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento analizado se encuentren en las fuentes identificadas.

Es al corrector mismo de determinar la presencia cierta de plagio o falta de rigor averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento original.

Haga clic para acceder al análisis:

<https://secure.orkund.com/view/76977395-207164-838021>

Haga clic para descargar el documento entregado:

<https://secure.orkund.com/archive/download/80455907-721258-556580>

UN PROBLEMA CON UN DOCUMENTO?

Un documento duplicado?
Un análisis llevando metadatos?
Un análisis inaccesible?

-> Escribir a nuestro equipo soporte para que la incidencia este resuelta lo antes posible.