

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Departamento de Economía y Ciencias Sociales



**Estudio de viabilidad sobre la implementación de
digestores para generación de biogás mediante residuos
agropecuarios en la organización indígena Casaiches –
Inti Churi, cantón Guaranda, provincia Bolívar, Ecuador.**

Trabajo de Fin de Máster correspondiente al Máster Universitario en
Economía Agroalimentaria y del Medio Ambiente

Alumno:

Javier Abellán Álvaro

Tutor UPV:

Marta García Molla

Tutor externo (UEB):

Juan Alberto Gaibor Chávez

Curso académico: 2020 -2021

Guaranda, Julio 2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	2
1.1.1	Demografía de la provincia de Bolívar.	2
1.1.2	Ocupación en la provincia de Bolívar.	4
1.1.3	Características sociales.....	7
2	OBJETIVOS.....	8
3	CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
3.1	IDIOSINCRACIA DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA EN ECUADOR	9
3.2	IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ECUADOR.....	11
3.2.1	Métodos de valorización de residuos en Ecuador	11
3.3	CODIGESTIÓN ANAERÓBICA.....	12
4	ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	15
4.1	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN	15
4.2	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS FINANCIERAS	18
4.3	VIABILIDAD SOCIAL.....	20
4.3.1	Impactos ambientales	20
4.3.2	Impactos sociales	25
5	CONCLUSIONES	26
	BIBLIOGRAFÍA.....	27

ÍNDICE DE TABLAS, ECUACIONES Y FIGURAS

Tabla 1. Relación de población entre el cantón de Guaranda y el total de la provincia de Bolívar. Fuente: elaboración propia con datos del INEC.....	3
Tabla 2. Distribución de la población en la provincia de Bolívar. Fuente: elaboración propia con datos del INEC.	3
Tabla 3. Número de cabezas de ganado por especie en la provincia de Bolívar. Fuente: elaboración propia con datos del INEC.	6
Tabla 4. Principales especies agrícolas cultivadas en la región de la Sierra en la provincia de Bolívar. Fuente: elaboración propia con datos del INEC.....	6
Tabla 5. Empresas dedicadas a la valorización de residuos. Fuente: (Calderón et al., 2017).....	12
Tabla 6. Coste de los materiales necesarios para la instalación de un digestor. Fuente: elaboración propia.	16
Tabla 7. Gasto en bombonas de gas hasta alcanzar el monto de la inversión. Fuente: elaboración propia.	17
Tabla 8. Desglose de la alternativa de financiación mediante préstamo francés.....	19
Tabla 9. Desglose de los pagos del Bono de Desarrollo Humano. Fuente: elaboración propia.	19
Tabla 10. Matriz de interacciones simple para la evaluación de los impactos ambientales en este proyecto. Fuente: elaboración propia.....	22
Tabla 11. Valoración estimada para los distintos impactos ambientales. Fuente: elaboración propia.	24
Tabla 12. Valoración de los distintos impactos ambientales producidos durante el proyecto. Fuente: elaboración propia.....	24
Ecuación 1. Fórmula para la determinación de la incidencia para cada efecto ambiental. Fuente: elaboración propia.....	22
Figura 1. Localización geográfica de la provincia de Bolívar y de la organización indígena Casaiches-Inti Churi. Fuente: Wikipedia y Google Maps.	1
Figura 2. Pirámide poblacional de la provincia de Bolívar por sexo en los tres últimos censos realizados. Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.	2
Figura 3. Ocupación en la provincia de Bolívar. Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.....	5
Figura 4. Distribución de la ocupación por sexo y sector en la provincia de Bolívar. Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.....	5
Figura 5. Tipos de vivienda en la provincia de Bolívar. Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.	7
Figura 6. Tenencia de vivienda en la provincia de Bolívar. Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.....	7
Figura 7. Forma de cocinar en los hogares de la provincia de Bolívar. Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.	8
Figura 8. Esquema de las etapas de la digestión anaerobia. Fuente: (Moraes et al., 2015).....	14

RESUMEN

El siguiente trabajo de fin de máster busca estudiar la viabilidad a distintos niveles del proyecto en que el alumno a colaborado en la Universidad Estatal de Bolívar (Ecuador), gracias a una de las plazas que oferta la beca Meridies – Coopera de la universidad de origen del estudiante. Dicho proyecto supone la generación de biogás y biol mediante la codigestión anaerobia de residuos agropecuarios producidos en la organización indígena Casaiches – Inti Churi, en el cantón de Guaranda. Por ello, el estudio de viabilidad analizará a nivel económico, financiero y social (dividido en los impactos ambientales y sociales de la inversión) que efecto tendría la implementación de esta nueva tecnología para la valorización de residuos agropecuarios en forma de energía (biogás) y sustrato y/o fertilizante agrícola (biol), en el contexto de este tipo de organizaciones en el país. De los resultados obtenidos en el estudio de viabilidad se obtienen dos conclusiones principalmente, por un lado, los impactos ambientales del proyecto son mínimos y los sociales, tras la consecución de este proyecto y, por tanto, la validación de resultados positivos por el resto de familias de esta y otras organizaciones, también serían reducidos. Por otro lado, la inversión a realizar es de unos 800\$, lo que puede ser de difícil acceso para muchas familias, sin embargo, las mismas si tendrían acceso a financiación suficiente tanto de forma individual acudiendo a cooperativas de ahorro y crédito, como de forma colectiva accediendo a financiación de carácter ambiental tanto nacional como internacional.

El proyecto fue llevado a cabo mediante el apoyo y el uso de las instalaciones de la escuela de Ciencias Agropecuarias de la UEB, concretamente de los distintos laboratorios del campus de Laguacoto.

Palabras clave: estudio de viabilidad, valorización de residuos agropecuarios, implementación nueva tecnología.

ABSTRACT

The following master's thesis aims to study the viability at different levels of the project in which the student has collaborated at the State University of Bolivar (Ecuador), thanks to one of the places offered by the Meridies - Coopera scholarship of the student's university of origin. This project involves the generation of biogas and biol by an anaerobic co-digestion of agricultural waste produced in the indigenous organisation Casaiches - Inti Churi, in the canton of Guaranda. Therefore, the feasibility study will analyse at an economic, financial and social level (divided into the environmental and social impacts of the investment) what effect the implementation of this new technology for the valorisation of agricultural waste in the form of energy (biogas) and substrate and/or agricultural fertiliser (biol) would have in the context of this type of organisation in the country. From the results obtained in the study, two main conclusions are obtained: on the one hand, the environmental impacts of the project are minimal and the social impacts, after the achievement of this project, which will suppose the validation of positive results by the rest of the families of this and other organisations, would also be reduced. On the other hand, the investment to be made is around \$800, which may be difficult for many families to afford, but they would have access to enough financing, both individually through savings and credit cooperatives, and collectively through access to environmental financing, either nationally or internationally.

The project was carried out with the support and use of the facilities of the UEB's School of Agricultural Sciences, specifically the various laboratories on the Laguacoto campus.

Key words: feasibility study, recovery of agricultural waste, implementation of new technology.

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente trabajo de fin de máster es analizar el proyecto en que participo desde el pasado mes de abril, desde un punto de vista más a largo plazo del que mi estancia supone.

Este proyecto, en el que participo en forma de una pasantía, nace gracias a los acuerdos de colaboración existentes entre la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), materializados en forma de una beca del programa Meridies – Coopera, otorgadas por el Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV.

Esta colaboración cuenta con un bagaje considerable, existiendo proyectos de colaboración entre ambas entidades desde hace años, principalmente centrados en el aprovechamiento de residuos agrícolas y ganaderos para uso energético, enfocado a fortalecer la sostenibilidad de explotaciones minifundistas. Esta colaboración alcanzó su máximo exponente con el equipamiento, gracias a fondos de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), de un laboratorio para la caracterización de biomasa con fines energéticos en la ciudad de Guaranda.

El proyecto en sí trata sobre el estudio de distintos tratamientos de residuos agropecuarios para su codigestión, con el fin de averiguar cuáles son los que mejores rendimientos energéticos producen. Una vez determinados los mejores tratamientos, en el laboratorio que se mencionó anteriormente, estos se extrapolarán en campo, en seis digestores cuya infraestructura e instalación será llevada a cabo también dentro de este mismo proyecto. La parte de campo tendrá lugar dentro de la organización indígena de Casaiches - Inti Churi, en el cantón de Guaranda, parroquia de Veintimilla, hogar de los warankas, pueblo originario de Ecuador. De esta forma, los residuos agropecuarios estudiados en la primera parte de laboratorio, han sido seleccionados según aquellos que se producen con mayor asiduidad en la comunidad.

Figura 1. Localización geográfica de la provincia de Bolívar y de la organización indígena Casaiches-Inti Churi.
Fuente: Wikipedia y Google Maps.



De esta forma, y para concluir con este punto, este trabajo buscará estudiar la viabilidad del proyecto, a tres niveles: económico, financiero y social. Así se podrá concluir si este proyecto tiene viabilidad para replicarse en otras zonas con características similares. Se obviará el estudio de viabilidad técnica debido a que esta tecnología no es totalmente novedosa y actualmente existen ya proyectos funcionando de producción de biogás mediante codigestión anaerobia tanto dentro como fuera del país (Escalante et al., 2014; Flotats et al., 2001; Hallaji et al., 2019; Kapoor et al., 2020; Labatut & Pronto, 2018; Møller et al., 2009; Moraes et al., 2015; Solarte Toro et al., 2017; Walekhwa Nabusiu et al., 2014; Ziemiński & Frac, 2012).

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

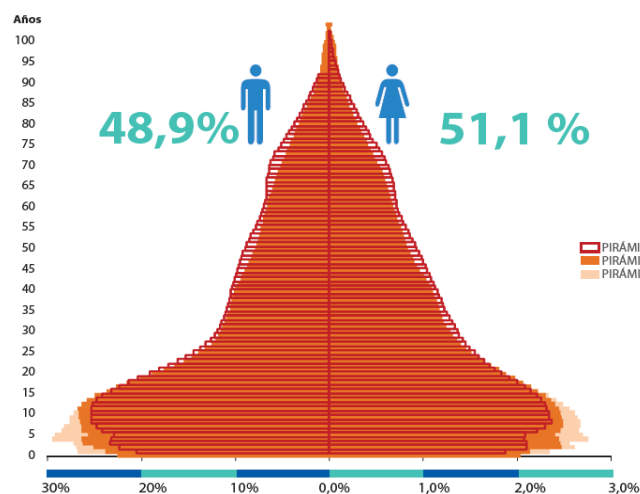
Para poder conocer la viabilidad de un proyecto como el explicado anteriormente es necesario en primer lugar conocer ciertos aspectos generales del cantón y provincia donde se llevará a cabo. Por tanto, la finalidad de este punto es la de conocer cómo es la población de la provincia de Bolívar, y en concreto del cantón de Guaranda, desde su simple demografía hasta sus principales actividades económicas.

1.1.1 Demografía de la provincia de Bolívar

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) es el organismo estatal encargado de realizar los censos poblacionales, así como las proyecciones demográficas realizadas en base a la recopilación de datos mediante encuestas. El último censo realizado por el INEC fue en 2010 y actualmente se está llevando a cabo un nuevo censo, como ocurre cada década.

En primer lugar, en la Figura 2 se puede apreciar la comparación de la pirámide poblacional para la provincia de Bolívar de los tres últimos censos realizados por esta institución.

Figura 2. Pirámide poblacional de la provincia de Bolívar por sexo en los tres últimos censos realizados.
Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.



De estos datos se pueden extraer distintas conclusiones. Por un lado, existe una población muy equilibrada en cuanto a sexo, y que aparentemente ha tenido la misma distribución durante las décadas analizadas. Por otro lado, se puede apreciar que la población está envejeciendo ya que, mientras los grupos de edad de 0 a 15 años han disminuido en las últimas décadas, los grupos de 25 a 85 años han aumentado. Aun así, la pirámide poblacional de la provincia de Bolívar nos muestra que existe una población joven, en contraposición a las pirámides características de países como España, que tienen una forma de barril.

En segundo lugar, en la Tabla 1 se ha extraído la información sobre la población del cantón de Guaranda en comparación al del total de la provincia de Bolívar.

*Tabla 1. Relación de población entre el cantón de Guaranda y el total de la provincia de Bolívar.
Fuente: elaboración propia con datos del INEC.*

Cantón/Provincia	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
POBLACIÓN TOTAL											
BOLÍVAR	191.631	193.689	195.719	197.708	199.646	201.533	203.344	205.094	206.771	208.384	209.933
GUARANDA	95.720	97.124	98.519	99.897	101.253	102.586	103.884	105.153	106.387	107.590	108.763
PORCENTAJE	49,95%	50,14%	50,34%	50,53%	50,72%	50,90%	51,09%	51,27%	51,45%	51,63%	51,81%

Como era previsible, al ser este cantón en el que se encuentra la capital de provincia, aglutina un alto porcentaje de la población de la misma, hecho que además se ha ido acrecentando poco a poco con el paso de los años. Por tanto, se puede concluir que gran parte de la información contenida en la pirámide poblacional mostrada anteriormente, así como la de las tablas que se muestran a continuación, es extrapolable al cantón de la zona de estudio.

En tercer lugar, en la Tabla 2 se ha recopilado la información disponible en las proyecciones demográficas del INEC sobre la distribución de la población en la provincia de Bolívar. Estos datos resultan de un interés mayúsculo a la hora de poder entender la importancia que tiene el mundo rural, dentro del que destacan las comunidades indígenas en la zona de estudio.

*Tabla 2. Distribución de la población en la provincia de Bolívar.
Fuente: elaboración propia con datos del INEC.*

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
POBLACIÓN TOTAL DEL ÁREA URBANA										
53.838	55.125	56.457	57.822	59.218	60.649	62.113	63.604	65.129	66.702	68.289
POBLACIÓN TOTAL DEL ÁREA RURAL										
137.793	138.564	139.262	139.886	140.428	140.884	141.231	141.490	141.642	141.682	141.644
71,91%	71,54%	71,15%	70,75%	70,34%	69,91%	69,45%	68,99%	68,50%	67,99%	67,47%
POBLACIÓN MASCULINA DEL AREA URBANA										
25.481	26.065	26.666	27.283	27.915	28.560	29.217	29.887	30.567	31.261	31.968
47,33%	47,28%	47,23%	47,19%	47,14%	47,09%	47,04%	46,99%	46,93%	46,87%	46,81%

POBLACIÓN FEMENINA DEL ÁREA URBANA										
28.359	29.062	29.787	30.533	31.299	32.087	32.893	33.719	34.566	35.434	36.322
52,67%	52,72%	52,76%	52,81%	52,85%	52,91%	52,96%	53,01%	53,07%	53,12%	53,19%
POBLACIÓN MASCULINA DEL ÁREA RURAL										
68.386	68.764	69.114	69.431	69.713	69.952	70.143	70.293	70.393	70.448	70.461
49,63%	49,63%	49,63%	49,63%	49,64%	49,65%	49,67%	49,68%	49,70%	49,72%	49,74%
POBLACIÓN FEMENINA DEL ÁREA RURAL										
69.405	69.798	70.152	70.461	70.719	70.934	71.091	71.195	71.245	71.241	71.182
50,37%	50,37%	50,37%	50,37%	50,36%	50,35%	50,34%	50,32%	50,30%	50,28%	50,25%

Como se puede apreciar esta provincia se trata de una zona netamente rural, donde la población se sitúa mayoritariamente alejada de las zonas urbanas. Sin embargo, se ve que esta situación ha ido disminuyendo con el paso de los años, y que, probablemente, una vez se publiquen los datos del censo correspondiente a esta década tanto el área rural como la urbana ya estén casi parejos en esta provincia. En el cantón de Guaranda se entiende que esta evolución será la misma, incluso pudiendo ser aún más pronunciada, al encontrarse, como se ha dicho anteriormente el casco urbano más grande de la provincia en este cantón.

En cuanto a la distribución por sexo entre las áreas urbanas y rurales, existe una situación muy parecida a la que mostraba la pirámide poblacional de la provincia, si bien existe una mayor presencia femenina en las zonas urbanas que rurales, aunque la diferencia es de menos de un 3%.

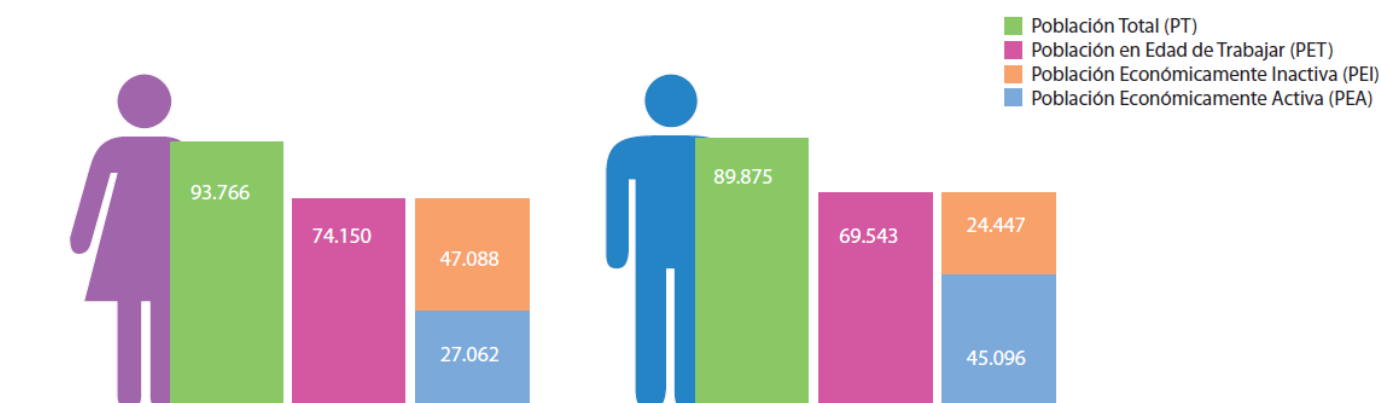
Por último, uno de los datos sobre la distribución de la población que resulta muy interesante del informe del censo poblacional del INEC sobre la provincia de Bolívar, es el porcentaje de población que se identifica como indígena. De esta forma, un 69.6% de la población se identificaba como mestiza en 2010, mientras que un 25.4% lo hacía como indígena.

1.1.2 Ocupación en la provincia de Bolívar

Siguiendo con el mismo informe del INEC, también resulta interesante hablar sobre a qué se dedica la población bolivarenses.

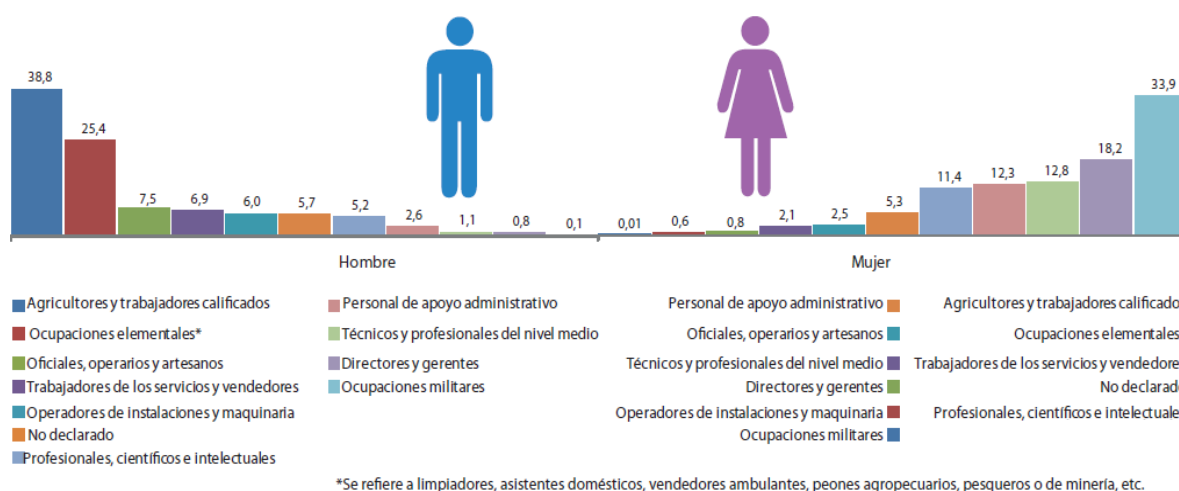
Como puede apreciarse en la Figura 3, y a diferencia de los datos demográficos explicado anteriormente, en cuanto a la ocupación sí que existe una marcada diferencia entre sexos. Mientras que entre los hombres el 65% de la población en edad de trabajar está activa, en el caso de las mujeres el porcentaje es de tan solo el 36%. Este dato es todavía más acuciante si se tiene en cuenta que de la población total de cada sexo existe mayor porcentaje en el caso de las mujeres en edad de trabajar.

Figura 3. Ocupación en la provincia de Bolívar.
Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.



Cuando se desgrena en qué sectores está distribuida esta desigual ocupación entre hombres y mujeres bolivarenses se aprecia un claro dominio de los sectores primarios, encabezado por el sector agrícola, como muestra la Figura 4.

Figura 4. Distribución de la ocupación por sexo y sector en la provincia de Bolívar.
Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.



Previo a entrar en explicaciones sobre otras características de la población residente en la provincia de Bolívar cabe ahondar un poco más en el sector agropecuario, dado que es la piedra angular de la vida en los entornos rurales en los que se sitúan las comunidades indígenas, como dónde se ha llevado a cabo este proyecto.

En este caso, de nuevo el INEC realiza los censos agrarios del país, los que sí se realizan de forma anual. De esta forma, los datos de los que se va hablar a continuación son del censo agrario del último año.

En el sector ganadero existe un dominio, muy por encima del resto, en cuanto al número de cabezas de vacuno frente al resto de especies, como se puede apreciar en la Tabla 3. Además,

cabe destacar el número de mulas existente en la provincia, en comparación al resto, esto denota que es una de las provincias más rurales.

*Tabla 3. Número de cabezas de ganado por especie en la provincia de Bolívar.
Fuente: elaboración propia con datos del INEC.*

	Vacuno	Porcino	Ovino	Equinos			Caprino
				Asnos	Caballos	Mulas	
Nº cabezas ganado	160.383	42.867	21.579	1.083	5.041	3.301	337

En cuanto a las especies cultivadas, destaca por encima del resto el maíz, en sus distintas formas. Tras estos aparecen el fréjol, la patata y la cebada. Algo que también resulta interesante, tal y como se puede ver en la Tabla 4, es el porcentaje de ventas respecto a la producción, donde se evidencia que especies como la cebada o el fréjol (especialmente cuando se cultiva junto a otras especies) no aportan tanto rédito al agricultor, debido tanto a que son productos con un menor precio y a que son más consumidos en los hogares.

*Tabla 4. Principales especies agrícolas cultivadas en la región de la Sierra en la provincia de Bolívar.
Fuente: elaboración propia con datos del INEC.*

		SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
		Plantado	Cosechado		
Tomate de árbol	Solo	244	191	3.404	3.357
Arveja seca	Solo	321	306	177	159
Arveja tierna	Solo	23	23	29	29
Cebada	Solo	1.408	1.355	1.127	696
Cebolla blanca	Solo	62	62	77	77
Fréjol seco	Solo	4.727	4.562	4.255	3.952
	Asociado	1.387	1.329	791	762
Haba seca	Solo	483	480	224	224
Haba tierna	Solo	208	208	404	257
Maíz duro seco	Solo	334	334	1.011	968
	Asociado	83	83	278	278
Maíz suave choclo	Solo	1.087	1.084	4.769	4.645
Maíz suave seco	Solo	22.410	21.554	48.447	44.303
	Asociado	1.387	1.366	1.481	1.404
Patata	Solo	1.776	1.659	7.479	5.668
Trigo	Solo	1.119	1.058	1.542	1.215

Por último, para concretar en la organización indígena objeto de estudio, las principales especies ganaderas que se producen son la bovina y la ovina, destacando el uso de su leche en una quesera cooperativista que posee la organización. En cuanto a especies agrícolas destacan el maíz, la cebada el fréjol y el haba.

1.1.3 Características sociales

De nuevo volviendo a los datos del informe sobre la provincia de Bolívar realizado por el INEC en relación al censo de población y vivienda realizado en 2010, se va a hablar en este heterogéneo grupo de distintas características que ayudan a comprender cómo es una familia y su hogar en la zona de estudio.

En primer lugar, se va a hablar sobre la vivienda, destacando los detalles que resultan más interesantes para los objetivos de este trabajo.

Tal y como se puede apreciar en la Figura 5 y en la Figura 6, la población bolivariense vive mayoritariamente en casas o villas que ya son totalmente su propiedad. Esto unido a la abundancia de agricultura y ganadería familiar favorece la implementación de una tecnología como la que se estudia.

Figura 5. Tipos de vivienda en la provincia de Bolívar.
Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.

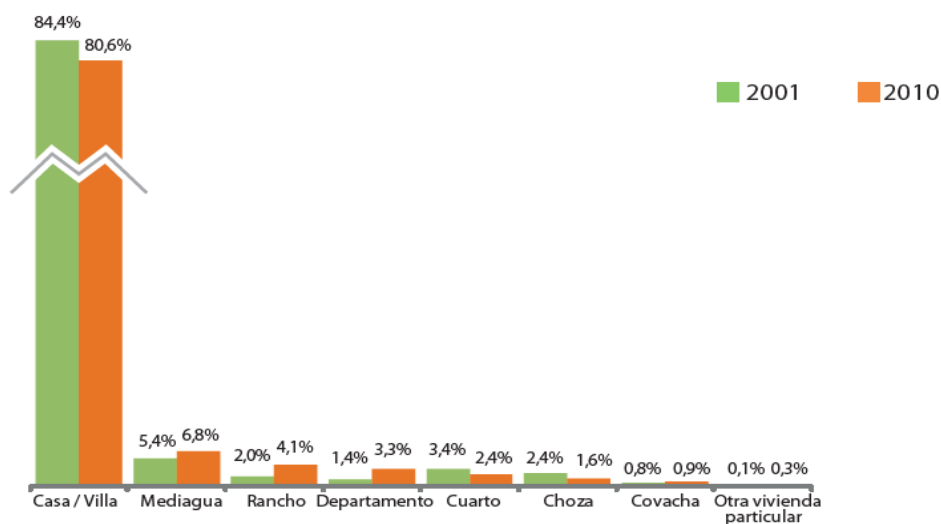
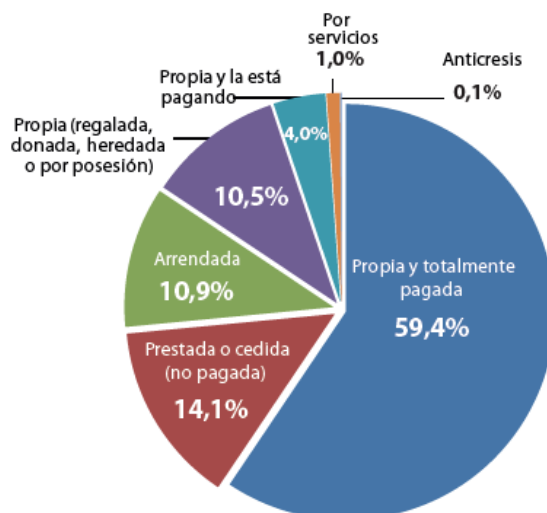
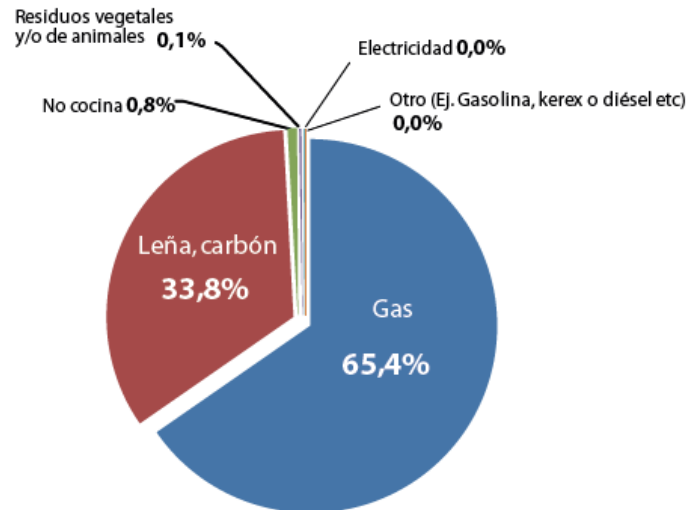


Figura 6. Tenencia de vivienda en la provincia de Bolívar.
Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.



Además, para reforzar lo dicho anteriormente, en la Figura 7 se puede ver como la principal forma de cocinar de los bolivarenses es mediante gas, para más del 65%.

Figura 7. Forma de cocinar en los hogares de la provincia de Bolívar.
Fuente: Censo de población y vivienda del INEC, 2010.



Por último, se va a analizar la educación y el acceso a servicios básicos en la provincia de Bolívar.

Según los datos recopilados en el Censo de Población y Viviendo del INEC para 2010, el 80% de la población de 15 a 17 años estaba escolarizada, mientras que de 5 a 14 el porcentaje ascendía hasta el 94,2%. Aun así, la edad media de escolaridad de las personas de más de 24 años encuestadas muestra una edad mucho menor en las zonas rurales que en las urbanas, siendo de 6,1 años para las primeras y de 11,2 años para las segundas. En cuanto al sexo, la edad media no variaba mucho, de 7,5 años para las mujeres frente a 7,9 para los hombres. La tasa de analfabetismo también experimenta una mejoría con el paso de los años, pasando de un 22,1% en 1990 a un 13,1% en el año censado.

Por otro lado, según datos recopilados por Molina Vera, Pozo, & Serrano (2018), para la misma fecha que el censo anterior, un 81,7% de la población de la provincia de Bolívar tenía acceso a saneamiento básico, mientras que el porcentaje de población con acceso a agua básica era de tan solo el 22%. Por último, el porcentaje de pobreza por consumo, es decir, refiriéndose a una cesta que con el mínimo precio puede cubrir las necesidades básicas de una persona, supone el 47,5%. Estos dos últimos datos muestran una situación muy mejorable, que puede suponer un escollo infranqueable a la hora de implantar esta tecnología en muchos hogares.

2 OBJETIVOS

El objetivo del trabajo está ligado al de la beca que disfruto actualmente en Ecuador. Se propone analizar la viabilidad de implementar una tecnología como es la generación de biogás y biol mediante codigestión anaerobia en comunidades indígenas del panorama rural ecuatoriano, para que familias distintas a las que han sido beneficiarias de este proyecto puedan llevarlo a cabo en un futuro.

3 CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

A la hora de conocer la viabilidad de un proyecto como el explicado, cobran importancia determinados factores, entre los que destacan la idiosincrasia de una comunidad indígena, el nivel de implementación, o incluso de conocimiento, sobre técnicas alternativas de generación de energía y que además suponen una valorización de residuos; y, por último, el proceso en sí de generación de esta energía. El manejo adecuado de estos factores son los que determinarán la viabilidad de este proyecto a nivel técnico y social, que indudablemente tienen mucha mayor complejidad, y, por tanto, condicionan en mayor medida este proyecto que los factores meramente económicos y/o financieros.

3.1 IDIOSINCRACIA DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA EN ECUADOR

Bien es conocido que la colonización europea del continente americano, que comenzó a finales del siglo XV y se extendió por los siguientes cuatro siglos, no fue solamente una conquista territorial o política, sino que también fue una imposición cultural, de un modelo de desarrollo (Abelardo Ramos, 2012). De esta forma, las múltiples culturas existentes en el continente americano solo fueron aceptadas cuando pasaron ese veto desarrollista, si bien el etnicismo y el racismo estuvo tremendamente presente. Así pues, las culturas precolombinas quedaron tremendamente aisladas y en la mayoría de casos, desaparecieron o se diluyeron con los cruces o mestizajes entre los colonos y éstos, sumados a las etnias negras traídas como mano de obra para las innumerables empresas que los europeos fueron creando en el nuevo continente (Boccaro, 2002).

Aun así, a día de hoy en Ecuador, así como en muchos países americanos se entiende que existen comunidades indígenas. Esta denominación, lógicamente no va relacionada únicamente (aunque sí en gran parte) al tema racial o étnico, sino al tema cultural. Es evidente que estas comunidades en un mayor o menor grado, normalmente asociado al aislamiento geográfico, se han mezclado con las nuevas razas que fueron llegando a su territorio. Sin embargo, las comunidades que se reconocen como indígenas u originarias, han conservado, en muchos casos gracias a una cruenta y durísima lucha su cultura, su forma de entender la vida y su forma de organizarse en sociedad, frente a las nuevas líneas que los europeos trataron de imponer. Por ello, estas comunidades han sido históricamente marginadas, en parte de forma voluntaria, pero en gran medida de forma institucional, aislándoselas de la gestión pública, la política, educación, infraestructuras y un largo etcétera (Reyes García, 2005).

Por todo ello, no fue hasta la década de los noventa del siglo pasado cuando empezaron a surgir movimientos indígenas en toda América Latina, reivindicando una corrección, una recapitación por la forma en la que se habían tratados a estas culturas, y sobre todo una inclusión, a todos los niveles de estas comunidades en la realidad de los nuevos estados que habían ido surgiendo durante el último siglo. Este menosprecio tradicional que habían tenido estas culturas indígenas, se ha debido principalmente por esa concepción antigua, premoderna de las mismas, lo que las dotaba de una connotación de cierto atraso (Dávalos, 2005). La materialización de todos estos movimientos citados fue, por un lado, el convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre los pueblos indígenas de 1989 (aunque reformulado por última vez en 2014), y por otro, la declaración de la Organización de las

Naciones Unidas (ONU) sobre los derechos de los pueblos indígenas de 2007, y que tardó casi 25 años en redactarse. La principal diferencia entre estos, es que, si bien el primero supuso un reconocimiento de los estados firmantes a los derechos de la tierra, y sobre todo, del trabajo digno de los pueblos indígenas; en realidad solo en la declaración de la ONU participó de forma activa este colectivo (Mereminskaya I., 2011).

Como resultado de estas dos grandes muestras de reconocimiento a nivel nacional e internacional a los pueblos indígenas, muchas de las premisas que se postulaban y defendían en los mismos acabaron teniendo un hueco, de una u otra forma, en las constituciones de los estados latinoamericanos. En el caso concreto de Ecuador, fue en la constitución de 2008 donde se atajaron todos estos temas, cobrando especial importancia los derechos de la naturaleza (artículos 71 y 73), el concepto de pueblos indígenas (artículos 1 y 56), el derecho a vivir bien (artículos 12, 13 y 14), la diversidad cultural (artículos 1 y 57.14), la libre determinación de los pueblos (artículos 60 y 257), la participación política (artículos 57 y 57.16), los derechos colectivos a la tierra, el territorio y los recursos naturales (artículos 57.4, 57.6 y 57.7); el reconocimiento al uso de las lenguas indígenas (artículos 27 y 29), y el derecho consuetudinario indígena (artículos 57.9 y 57.10) (Hermosa Mantilla, 2014).

De esta forma, hoy en día, en una comunidad indígena rigen los principios originarios de estos pueblos, englobados dentro del *Ranty-Ranty*. Este término hace referencia al hecho de dar para recibir, de la reciprocidad. De este término surge otro importantísimo para estos pueblos, el de la *Minka*, que es un derecho que cualquier miembro de la comunidad tiene, y por el cual puede pedir ayuda para la realización de una tarea por un bien común. Este último probablemente sea el que caracterice de una mejor forma la personalidad de estos pueblos, ya que expresa perfectamente el hecho del trabajo comunitario, por el cual la comunidad se vuelca en la realización de una tarea, con el único pago de comida y bebida (Peralvo Lugue & Salinas Vega, 2019). Así pues, el *Barayuk* o dirigente de la comunidad velará por la preservación de estos principios, pero en realidad su principal función es la de asegurar la participación de los miembros de la comunidad en las Asambleas Comunitarias, órgano que es el encargado de la toma de decisiones (siempre por consenso y muy pocas veces por votación) en todos los asuntos mínimamente importantes para la convivencia en la comunidad (Aguilar & Medina, 2013). Además, las Asambleas Comunitarias también tienen la capacidad de impartir la justicia indígena, amparada dentro de la legalidad jurídica del estado desde la mencionada constitución de 2008. Esta tiene sus particularidades, y difiere en gran medida del concepto occidental, y mayormente globalizado, que se tiene de justicia, ya que esta también es aplicada de forma comunitaria y participativa, y sobre todo, es un término que cambia de una comunidad a otra, desde su forma de entenderla hasta su forma de aplicarla (Díaz Ocampo & Antúnez Sánchez, 2016). Esto último, como es evidente, ha sido motivo de gran debate, principalmente por el cumplimiento de los Derechos Humanos, pero, como siempre, supone una forma muy limitada y occidentalista de abordar este tema. Si bien es cierto que hay casos que traspasan ciertas líneas intraspasables, sería muy pretencioso juzgar un global tan heterogéneo de esta forma, y por supuesto, como ocurre siempre con estas declaraciones universales o tratados internacionales, acaba siendo un ejercicio de tener la piel muy fina en unos casos y muy gruesa en otros (Caicedo Tapia, 2018).

Por todo ello, es evidente que la cultura en las comunidades indígenas, y en concreto en las de Ecuador, tiene una forma de funcionar especial, muy anclada a sus raíces, en la que la opinión de la gente más involucrada en la comunidad es muy importante a la hora del comportamiento comunitario, tanto del *Barayuk* como de las personas más influyentes del mismo. Aunque esto

podiese parecer un escollo a la hora de asegurar la viabilidad social de este proyecto, si se consigue convencer a una comunidad de la viabilidad de esta tecnología, el carácter comunitario de su cultura haría que su uso se extendiese rápidamente, tanto intra como extracomunitariamente.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ECUADOR

La implementación de nuevas tecnologías dentro del ámbito agrario ha sido un tema de estudio recurrente desde finales del siglo pasado. Estas investigaciones han ido evolucionando con el paso del tiempo, adaptándose a las nuevas tecnologías, así como a los nuevos conocimientos que se han ido adquiriendo, especialmente sobre las ciencias sociales aplicadas al mundo agrícola. De esta forma, actualmente se clasifican los factores que condicionan la adopción de nuevas tecnologías agrícolas en países en desarrollo en: tecnológicos, económicos, institucionales y del entorno familiar. Por desgracia, no existe una fórmula matemática y todas los condicionantes que subyacen en estos factores pueden tener un efecto negativo o positivo a la hora de adoptar una tecnología. Por ello, si se busca implementar una nueva tecnología agrícola en un país en desarrollo, lo principal es entender las necesidades de los beneficiarios de la misma, así como su capacidad para adoptarla, lo que va desde su nivel de educación o de adquisición, hasta los lazos sociales que pueden existir entre un determinado grupo de actores (Mwangi & Kariuki, 2015).

En el caso de Ecuador, y más en concreto, de las comunidades agrícolas, que en su mayoría son indígenas, existe una situación similar a la de otros países latinoamericanos, pero con sus características propias. Como Carpio Santos (2018) explica, el sistema agrícola en el Ecuador es muy débil, la implementación de la tecnología en las prácticas agrícolas es complicada ya que existe una ausencia de conocimientos digitales y de estructura físicas que lo permitan.

Por un lado, como podría esperarse, el tamaño de las explotaciones es un factor que afecta positivamente en la adopción de estas nuevas tecnologías, sin embargo, no resulta tan determinante como la versatilidad de esta tecnología (Communal et al., 2016). Aun así, la conectividad del mundo rural con las ciudades ha dotado al entorno familiar de estas explotaciones de otras formas de obtener ingresos, lo que también supone que el tamaño de las explotaciones no resulte tan importante a la hora de poder implementar nuevas tecnologías (Sellers & Bilsborrow, 2019). Lo que es evidente para la implementación de cualquier tecnología es que el apoyo institucional, sea por medio de la promoción o incentivando su uso, es el factor más determinante a la hora de lograrlo (Mwangi & Kariuki, 2015).

3.2.1 Métodos de valorización de residuos en Ecuador

Como en el caso del proyecto la tecnología susceptible de ser implementada es un método de valorización de residuos para generación energética en forma de biogás, cabe indagar en qué situación se encuentran concretamente en el país.

En Ecuador actualmente existen diversas iniciativas empresariales de origen tanto privado como público-privado que se sirven de estos métodos, tanto como actividad económica principal, como secundaria. Calderón et al., (2017) recabaron datos durante este año destacando la

presencia de seis empresas, una de combustión de residuos agrícolas para generación de aire caliente, y una de pirólisis para producción de pellets; dos refinerías para producir biodiésel, una de residuos de aceites y otra de biomasa residual; y dos que serían de la misma índole del proyecto a realizar. Por un lado, existe una planta de cogeneración de energía térmica y energética a partir de bagazo de caña en la provincia de Guayas, de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, con incentivo público. Por otro, existe una planta de digestión anaerobia de residuos de fruta como el tomatillo y la piña en la provincia de Pichincha, en este caso de la empresa Latinoamericana de Jugos S.A, la que invirtió 450.000€ y en la que, de 100 a 1000 kg al día de residuos, se producen de 100 a 1000 kg de biol y de 50 a 500 m³ al día de biogás con un 60% de metano. En la Tabla 5 aparece información más detallada de estas empresas.

Tabla 5. Empresas dedicadas a la valorización de residuos.
Fuente: (Calderón et al., 2017)

Nombre	Tecnología	Lugar	Materia prima	Cantidad	Producto	Cantidad	Inversión (en dólares)
Generación de aire caliente por combustión de residuos agrícolas	Combustión	Cumbayá, Pichincha	Residuos de palma africana	25 kg/h	Aire caliente	400 m ³ /h	5000 (año 2008)
Planta La Fabril S.A, Transesterificación de aceite de Palma en biodiesel	Transform. química	Montecristi, Manabí	Aceite de palma, soya virgen y aceites recuperados	60 000 t/año	Biodiesel y glicerina	58 000 t/año	15 millones (año 2005)
Latinoamericana de Jugos S.A., Planta semi-industrial de digestión anaerobia	Biodigestión anaerobia	Sangolquí, Pichincha	Residuos de frutas como la naranjilla y la piña	100-1 000 kg/día	Biol y biogas	100-1 000 kg/día de biol y 5-50 m ³ / día de biogás con 60% de CH ₄	450 000 (año 2013)
Proyecto de Recursos Sustentables para el Etanol (RESETA)	Biorefinería	Nayón, Pichincha	Biomasa residual tales como la tagua y el bagazo de caña	ND	Biodiesel, biogás, bioetanol y biofertilizante	60 000 litros/año bioetanol	1.8 millones (año 2012)
Planta piloto de gasificación y planta piloto de pirólisis en la Concordia	Pirólisis	Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas	Residuos de la palma africana	ND	Briquetas de carbón vegetal (pellets)	ND	150 000 (año 2009)
Planta de Cogeneración de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A	Cogeneración	Marcelino Maridueñas, Guayas	Bagazo de caña	260 000 t/año	Energía eléctrica y térmica	50 MW	46 millones

Para concluir con este punto, el hecho de que esta tecnología no sea tremendamente novedosa, permite que, tanto en los países vecinos, como en el mismo existan experiencias empresariales que actualmente ya aportan un beneficio económico realizando proyectos similares al de este caso. Esto facilita que, a la hora de implementar esta tecnología en la zona de estudio, esta pueda tener mayor aceptación.

3.3 CODIGESTIÓN ANAERÓBICA

La digestión anaerobia es un proceso bioquímico muy complejo que consiste en la degradación de la materia orgánica, liberándose en este proceso distintos gases entre los que destaca el metano. Se da lugar gracias a la actividad de distintos grupos de microorganismo en ausencia de oxígeno a lo largo de cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Parra Huertas, 2015).

- Hidrólisis. Esta etapa consiste en la degradación del material orgánico en partículas más pequeñas gracias al trabajo de las enzimas hidrolíticas. Estas enzimas son excretadas por bacterias hidrolíticas para descomponer materia orgánica compleja (principalmente polisacáridos) en productos más simples y agua (Menzel et al., 2020).
- Acidogénesis. En esta etapa los compuestos hidrolizados son convertidos en ácidos orgánicos, que dan inicio al proceso de la fermentación. Además de estos ácidos orgánicos (principalmente ácido acético) se producen dióxido de carbono hidrogeno y otros productos intermedios como alcoholes o ácidos grasos de cadena cortas
- Acetogénesis. Esta etapa supone una fase intermedia entre la anterior y la metanogénesis, donde los productos intermedios de los que se habló anteriormente son transformados en ácidos orgánico y dióxido de carbono (Lorenzo Acosta & Obaya Abreu, 2005).
- Metanogénesis. Supone la fase final de la fermentación anaeróbica, y tiene como producto final el metano. Existen dos vías para la producción de metano, la acetoclástica y la hidrogenotrófica. En la primera de estas, distintas familias de arqueas degradan el ácido acético producido en fases previas hasta metano, obteniéndose dióxido de carbono como subproducto. En cambio, en la vía hidrogenotrófica, familias de arqueas distintas transforman el dióxido de carbono e hidrógeno, en muchos casos resultado de alguna de las fases anteriores, en metano. En cuanto a la producción de metano, la primera vía supone en torno al 70% de la producción total, mientras que la segunda un 30% como máximo (Corrales et al., 2015).

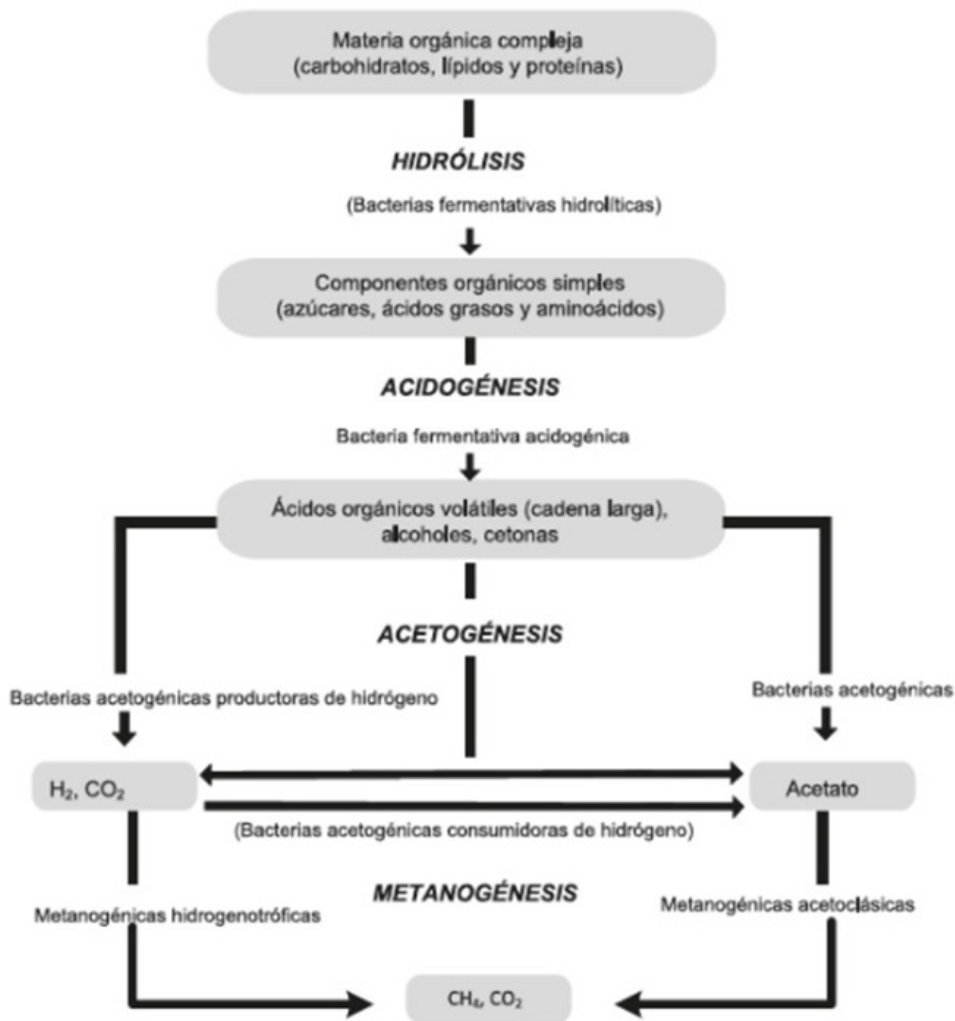


Figura 8. Esquema de las etapas de la digestión anaerobia.
Fuente: (Moraes et al., 2015).

Como resultado de este proceso se obtiene, por un lado, el biogás con potencial energético en fase gaseosa, y por otro, la parte de sustrato que las bacterias citadas anteriormente no han podido degradar, en estado sólido-líquido. Esta última parte se conoce como digestato o biol y, si bien pudiera parecer un residuo, en realidad se trata de un subproducto con un elevado poder nutritivo para uso agrícola (Kuusik et al., 2017).

De esta forma, la viabilidad para el uso de este subproducto como fertilizante agrícola dependerá del sustrato utilizado en un primer momento en la digestión anaerobia. En este proyecto, al trabajarse con un sustrato que resulta de la combinación de cuatro residuos agropecuarios (estiércol de vaca, lactosuero, maíz y cebada), el biol que resulte del proceso tiene potencial para resultar un fertilizante muy rico en nutrientes. Esto se debe a que la combinación de distintas materias orgánicas aporta mayor diversidad de nutrientes al suelo, lo que tiene un efecto positivo para el crecimiento de los cultivos en el corto plazo, pero también mejora la estructura del suelo por el incremento de la biomasa microbiana en el mismo (Albuquerque et al., 2012). El uso extendido y probado del biol como fertilizante agrícola (Koszel & Lorencowicz, 2015) dota de una nueva dimensión a este proyecto ya que supone que los residuos generados en el mismo serán mínimos.

Así pues, resulta evidente que el uso de residuos agropecuarios como sustrato para un proceso de digestión anaerobia supone una valorización de los mismos, ya que normalmente se tiran, y los casos en que se aplican a suelos agrícolas son mínimos. Por tanto, el uso de estos residuos para producir biogás y biol, mediante el proceso mencionado, supone darles una segunda vida y que tengan un potencial rendimiento, tanto energético, como nutritivo en aplicaciones agrícolas. La digestión anaerobia de estos residuos supone una valorización sostenible de los mismos, y que está comprobado que en zonas rurales, como la de implantación del proyecto, acaba convirtiéndose en un proceso de economía circular (Kapoor et al., 2020).

4 ESTUDIO DE VIABILIDAD

Como se explicó anteriormente se va a estudiar la viabilidad del proyecto en tres niveles: económico, financiero y social.

4.1 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN

Previamente a la explicación de cómo se va a realizar el estudio económico, cabe detallar en qué va a consistir la inversión.

La inversión a realizar sería la de un digestor junto a su instalación en una caseta de adobe que le proteja de las condiciones meteorológicas, así como de cualquier tipo de daños que pudiese sufrir. Además, el tejado de la misma será de plástico de invernadero, de forma que mantenga la mayor temperatura posible dentro de la caseta, para favorecer el proceso de digestión anaerobia. La elección de construir la caseta con adobes también se hizo por el mismo motivo, intentar que dentro de la caseta la temperatura fuese lo mayor posible, y que, se perdiese lo mínimo posible. Como el digestor tiene una medida de 2x2 metros, las casetas se construyeron de 3x3 metros.

Para realizar el estudio económico, se ha calculado el coste total de la inversión que supone la instalación de un digestor. Al ser esta una inversión en el entorno familiar, no se considera que vaya a generar ingresos, y, por tanto, el estudio económico no será como el que se realizase si fuese una empresa, en la cual sí que existirían flujos de caja. En la Tabla 2 se puede apreciar con mayor detalle el coste de los materiales que fueron necesarios para la instalación de cada digestor, resultando en un total de 805,25\$. La vida útil de la inversión está estimada en 30 años, ya que es la vida útil que los fabricantes dan a la geomembrana que es usada como digestor. En cuanto al valor residual de la inversión será de 250\$, correspondiente al valor de la caseta pasado el tiempo de la vida útil de la misma.

Como la vida útil de la inversión es de 30 años y el monto total de la misma es de 805,25\$, la amortización de la inversión resulta de 26,84\$ anuales.

Tabla 6. Coste de los materiales necesarios para la instalación de un digestor.
Fuente: elaboración propia.

Materiales	Detalle material		Costo unitario USD	Total (USD)
	Unidad	Cantidad		
Plástico de invernadero	m ²	10	1,8	18
Tubo PVC de 4"	m	2	12	24
Codos PVC 4"	pulgadas	2	4	8
Rollo de Manguera	m	10	0,6	6
Codos de presión de ½"	pulgadas	2	1,5	3
Pegamento PVC	L	1	6	6
Adaptador hembra PVC de ¾"	pulgadas	1	2	2
Alambre	m	10	0,7	7
Te de presión de ½"	pulgadas	3	1,5	4,5
Llaves de bola de PVC de ½"	pulgadas	3	5,5	16,5
Tanques de "Plastigama" de 50 L	L	1	70	70
Cinta de teflón	m	1,5	1,5	2,25
Geomembrana (digestor)	m ²	1	300	300
Adobes	unidades	300	0,25	75
Madera	m	10	2	20
Manómetro	unidades	1	75	75
Filtro de H ₂ S	unidades	1	50	50
Parches de sellado	m	18	5	90
Pegamento extrafuerte para sellado	ml	1	12	12
Bisagras	unidades	2	4	8
Cauchos	m	8	1	8
TOTAL:				805,25

A parte de estos costes, habrán de tenerse en cuenta gastos periódicos que han de asumirse para asegurar el correcto funcionamiento de los digestores. Estos costes que habitualmente son mantenimiento, mano de obra y suministros, resultan distintos en este caso. Por un lado, los suministros para esta inversión no existirían ya que los materiales utilizados para alimentar el digestor serán los residuos agropecuarios que generen las propias familias. Por otro lado, la mano de obra será inexistente ya que siempre será familiar y en ningún caso será necesario la contratación de ningún técnico. Por todo ello, el único coste que se considerará será el del mantenimiento del digestor. El coste anual de mantenimiento de la inversión se estimó en 80\$.

Tal y como se explicó con anterioridad, el caso de esta inversión no es el mismo que el de cualquier tipo de sociedad empresarial, y, por tanto, no existen flujos netos de caja derivados de la misma, por ello, el análisis económico deberá tener en cuenta otros parámetros. En este caso no existirían beneficios derivados de esta inversión, ya que el biogás y biol producidos está planteado para que se consuman en el propio entorno familiar, tanto para cocinar y calentar en el caso del primero, como para producción agrícola en el caso del segundo. De esta forma, la

inversión planteada supondría un ahorro de costes energéticos y/o agronómicos y no unos beneficios económicos al uso.

Por ello se recopiló información sobre la forma actual de obtención de energía térmica tanto para cocinar como para calentar en la comunidad ubicada en la zona de estudio. Así pues, y tal y como se explicaba en el primer punto de este trabajo, las formas principales de obtención de este tipo de energía son mediante leña y/o carbón y mediante gas. También cabe destacar el hecho de que la obtención de agua caliente para las duchas se realiza normalmente mediante un calentador eléctrico que va acoplado a la misma.

El precio de una bombona de gas nueva es de unos 40\$, variando en 10\$ si se compra directamente al distribuidor o en destino. La recarga de la bombona cuesta 3\$ si se hace mediante los repartidores y 1,9\$ si se va al mayorista. Sin embargo, este precio se debe a que existe un subsidio al gas por parte del estado ecuatoriano por una cantidad de 13,4\$ por bombona en el caso de importaciones y de 4,4\$ por bombona en el caso de bombonas que contienen gas producido en el propio país. Parece que el estado podría dejar de subsidiar este producto por un conjunto de razones entre las que destacan el contrabando existente en las fronteras debido a que vecinos como Colombia o Perú no tienen este tipo de subsidio, pero sobre todo, por lo que el capital que pasaría a tener el estado (Villavicencio Mora & Ruiz Cedeño, 2019). El hecho de que la bombona de gas pasase de costar de 3\$ a 10\$, o que incluso pudiese llegar a los 12\$ que cuesta en Perú o los 15\$ que cuesta en Colombia supondría una limitación evidente al acceso a este tipo de energía, especialmente en el caso de comunidades indígenas como en la que se desarrolló este proyecto.

De esta forma, para el análisis económico de la alternativa energética que supone el gas natural frente a la producción de biogás estudiada en este proyecto, se han tenido en cuenta varios escenarios teniendo en cuenta lo explicado anteriormente. El uso estimado en una familia de la organización Inti Churi es de 3 bombonas de gas al mes, variando en ± 1 bombona en función del número de residentes en la vivienda familiar, así como del momento del año o la climatología.

Tal y como se muestra en la Tabla 7, se han supuesto tres casos. En primer lugar, el de la situación actual, con los precios y el uso de esta energía tal y como se describió anteriormente. En segundo lugar, se ha estudiado la pérdida parcial del subsidio, con una subida de precio a 10\$. Dentro de este caso, como resulta evidente, se ha supuesto que las dinámicas de uso de esta energía disminuirían, bajando a un uso de una o dos bombonas al mes, en función de la capacidad adquisitiva de la familia.

*Tabla 7. Gasto en bombonas de gas hasta alcanzar el monto de la inversión.
Fuente: elaboración propia.*

Años	Coste gas (3\$) 3 bombonas al mes	Coste gas (10\$) 1 bombona al mes	Coste gas (10\$) 2 bombonas al mes
1	139	150	260
2	247	270	500
3	355	390	740
4	463	510	820
5	571	630	
6	679	750	

Años	Coste gas (3\$) 3 bombonas al mes	Coste gas (10\$) 1 bombona al mes	Coste gas (10\$) 2 bombonas al mes
7	787	810	
8	814		

Como se puede apreciar, en la situación actual el coste de la inversión supondría 8 años y 3 meses, mientras que, si el subsidio al gas bajara, supondría 7 años y medio en el caso de las familias que pasara a consumir una bombona al mes, y de 4 años y 4 meses en el caso de las familias que consumiesen 2 bombonas al mes. Aun así, resulta más interesante mirarlo desde el punto de vista del ahorro anual para las familias, siendo en la situación actual de 139\$ anuales, de 150\$ anuales para el primer supuesto y de 260\$ en el tercero.

Cabe destacar también que el hecho de que una disminución en el uso de gas natural supondría un mayor uso de otras fuentes de energía, seguramente de la leña, lo que tendría efectos ambientales muy negativos en estas comunidades por un aumento desmesurado de la tala. En las zonas serranas donde la mayoría de especies madereras existentes son introducidas, como el pino o el eucalipto, podría si se gestiona adecuadamente este tema, hasta tener un efecto positivo. Sin embargo, en las comunidades situadas en las zonas amazónicas el aumento del estrés sobre este recurso tendría efectos muy nocivos en cuanto a la deforestación de la selva amazónica.

4.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS FINANCIERAS

Debido a que la inversión estudiada a de ser afrontada dentro del entorno familiar resulta muy importante el estudio de alternativas para la financiación, para conocer en qué medida cualquier familia podría afrontar la misma, aunque no pudiera hacerle frente con sus propios ingresos.

Para ello, tras estudiar los tipos de préstamos existentes en las principales entidades financieras ecuatorianas se ha optado por utilizar un préstamo francés por una totalidad de 1.000\$, de forma que se pueda cubrir la totalidad del monto de la inversión e incluya cierto margen para la familia demandante del mismo. El préstamo francés es el más utilizado porque la fórmula que calcula sus cuotas mensuales consigue que durante toda la vida del préstamo se pague siempre la misma cuota, sin subidas ni bajadas, lo que evita incertidumbre e imprevistos. Hay que tener en cuenta que esta cuota que será constante durante toda la vida del préstamo, ya incorpora el interés y el reembolso del capital. Lo único que variará será la proporción que se pague de estos dos elementos: a medida que aumente el primero disminuirá el segundo, de manera que las cuotas sean siempre iguales. Como los primeros años el capital que a pagar es muy grande, los intereses también serán mayores. Por eso, lo normal es que se comience pagando más proporción de intereses, y a medida que pase el tiempo y estos bajen, se comience a amortizar el capital, aumentando la proporción de este en la relación.

Las condiciones finales propuestas para este préstamo de 1.000\$, y acordes a la situación financiera actual en el país, es de un interés del 4,77% para un período de retorno de 6 meses. En la Tabla 3 se puede ver la distribución de los pagos y la cuantía de intereses a devolver a la entidad de crédito, según la situación propuesta.

Tabla 8. Desglose de la alternativa de financiación mediante préstamo francés.

Meses	Término amortizativo	intereses	Cuota de amortización	Capital pendiente
0	-	-	-	1.000,00
1	195,57	47,70	147,87	852,13
2	195,57	40,65	154,92	697,21
3	195,57	33,26	162,31	534,89
4	195,57	25,51	170,06	364,83
5	195,57	17,40	178,17	186,67
6	195,57	8,90	186,67	0,00

En esta situación el total a pagar en intereses resulta de 173,42\$, siendo los montos mensuales a ser pagados de 195,57\$.

En cuanto a la forma de hacer frente a este pago hay diversos aspectos que deben ser explicados. En primer lugar, el hecho de la existencia del Bono de Desarrollo Humano emitido mensualmente por parte del estado y del que es beneficiario gran parte de las familias que viven en la organización Inti Churi, así como en muchas otras comunidades indígenas del país. Este bono está dirigido a las familias con menos recursos que están por debajo del mínimo establecido por el estado en el índice de Registro Social y se paga de forma mensual. El mismo tiene un pago básico de 50\$ y un pago variable en función del número de hijos que tenga el beneficiario a su cargo, tal y como puede apreciarse en la Tabla 7, no pudiendo superar la suma de los pagos fijos y variables la cifra de 150\$. Además, los mayores de 65 años que no estén asegurados en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de alguna forma, también son susceptibles de recibir un pago de 100\$. Por último, según un decreto aprobado con relación a la situación por la pandemia del Covid-19, se ha decidido realizar un pago extraordinario de 90\$ que será repartido en seis pagos de 15\$ cada dos meses.

Tabla 9. Desglose de los pagos del Bono de Desarrollo Humano.
Fuente: elaboración propia.

Básico	Variable			Mayores de 65 años no afiliados a ningún IESS
	Hijos	< 5 años	< 18 años	
50\$	1º	30\$	10\$	100\$
	2º	27\$	9\$	
	3º	24,3\$	8,1\$	

De esta forma, las personas que se dedican a la agricultura familiar, y que, por tanto, son la mayoría en las organizaciones indígenas, reciben un pago en forma del bono explicado mediante el que el coste mensual del término amortizativo propuesto en la alternativa de financiación se reduciría mínimo en un 26%, pudiendo llegar a ser de hasta un 77%.

Aun así, como es evidente que la finalidad de estos bonos no es la de financiar proyectos como el propuesto, y en todo caso podría suponer simplemente una pequeña ayuda, cabe ahondar en el acceso a financiación que existe en estos colectivos.

En primer lugar, cabe hablar de las cooperativas de ahorro y crédito, entidades societarias muy abundantes en el país y que distan mucho de una entidad bancaria. Sin entrar en demasiado detalle, estas cooperativas funcionan como lo hace cualquier otra dedicada a otro sector, es una organización sin fines de lucro, y que, por tanto, está al servicio de sus socios, los que pagan una cuota que puede ser de entrada o periódica mediante la que se asegura la supervivencia y correcto funcionamiento de la entidad. De esta forma, en una cooperativa de ahorro y crédito las condiciones (crediticias, tipos de interés, etc.) serán más atractivas para el socio ya que los beneficios obtenidos por la entidad solo pueden ser reinvertidos en la misma. Dentro de este tipo de sociedades existentes en el país, cabe destacar la cooperativa de ahorro y crédito Mushuc Runa, fundada por colectivos indígenas y dirigida especialmente a estos y sectores más humildes de la sociedad ecuatoriana. Por todo ello, la existencia de este tipo de cooperativas asegura que el acceso a la financiación, que puede ser el principal escollo a la hora de llevar a cabo una inversión como la planteada, es factible para las familias residentes en organizaciones indígenas como la de la zona de estudio de este proyecto. Además de las cooperativas de ahorro y crédito, también existen en la provincia asociaciones de indígenas campesinos como la Fundación Runacunapac Yachana Huasi que son beneficiarios del Fondo de Desarrollo Rural Marginal (FODERUMA) del Banco Central Ecuatoriano, y que destinan parte de los mismos al desarrollo de proyectos en las organizaciones indígenas que empoderen y doten de cierto grado de independencia a las mismas.

En segundo lugar, el 23 de febrero de este año el Estado Ecuatoriano lanzó con éxito su Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (EFIC), enfocada a financiar proyectos que ayuden a adaptarse y/o mitigar efectos del cambio climático, destacando especialmente las emisiones de gases de efecto invernadero. Como se va a desarrollar con mayor detalle en el punto sobre la viabilidad social, este proyecto encaja perfectamente en esta descripción, y, por tanto, sería susceptible de ser beneficiario de uno de estas vías de financiación.

Por último, no se puede dejar de hablar sobre las vías de financiación internacional, entre las que destacan la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), los bancos internacionales para el desarrollo de Alemania (KfW Development Bank) y China (Asian Infrastructure Investment Bank y China Development Bank), y en menor medida la Agencia Coreana de Cooperación Internacional (KOICA). Además de todas estas, existen también organizaciones internacionales como el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) cuyas vías de financiación cuentan con proyectos para la valorización de residuos.

4.3 VIABILIDAD SOCIAL

Para poder evaluar en qué medida este proyecto tiene o no viabilidad a nivel social, se realizará un estudio de impactos a un nivel ambiental y a otro más puramente social.

4.3.1 Impactos ambientales

Hoy en día para la proyección de cualquier tipo de inversión, indistintamente de su índole, resulta necesario un estudio de los impactos ambientales que la misma tendría en el medio en que se implementaría. Además, este tipo de estudio facilita en gran medida el poder optar a

financiación de cualquier tipo de organismo. Para conocer los impactos ambientales que supondría un proyecto como el expuesto, se utilizará una matriz de interacción (causa – efecto) simple, dividida en las distintas etapas de las que constó el proyecto. Por último, se utilizará un método de valoración cualitativo de estos impactos ambientales, donde se caracterizará cada efecto ambiental considerado en la matriz anterior, después se determinarán los atributos más importantes para valorar estos efectos y se definirá una escala ponderada para los mismos, finalmente se determinará la incidencia de los efectos ambientales mediante la suma ponderada de sus atributos y se les categorizará para determinar su importancia (González & Otero, 2003; Mijangos Ricárdez & López Luna, 2014; Vilorio Villegas et al., 2018).

Previo al mismo cabe explicar brevemente el medio o ecosistema en que se emplazará este proyecto. El ecosistema originario de las zonas altas andinas (por encima de los 3500 msnm) es el del páramo, y en concreto en esta zona es el páramo de pajonal. Este ecosistema ha sufrido las presiones del productivismo agroforestal, existiendo en la organización gran número de explotaciones forestales de eucalipto, pino y ciprés, así como cultivos de cebada, maíz, fréjol o haba y pastizales para el ganado.

4.3.1.1 Acciones susceptibles de suponer un impacto negativo

Este proyecto está dividido en tres partes: construcción de las casetas e instalación de los digestores, carga de los digestores y mantenimiento.

La primera de ellas, al tratarse de casetas pequeñas, como se ha explicado con anterioridad, no fue necesario el uso de ningún tipo de maquinaria. Esta parte a su vez estuvo dividida en cinco fases: nivelación del terreno, fabricación de los ladrillos de adobe, construcción de las paredes de la caseta y acople del tejado, acabado e instalación del digestor. En esta parte los impactos negativos que pueden aparecer son un uso excesivo de agua a la hora de fabricar los adobes y la generación de residuos plásticos, como pueden ser desechos del tejado de plástico de invernadero, o de los cauchos necesarios para sellar los tubos de alimentación y descarga del digestor, restos de estos mismos tubos, de las mangueras de conducción del gas, de los elementos de sellado de estas conexiones con el digestor, así como de residuos como clavos y demás.

En la segunda parte tampoco fue necesaria el uso de ningún tipo de maquinaria, y a su vez estuvo conformada por tres fases: pretratamiento de los residuos agropecuarios (trititación o disminución del tamaño de los mismos), mezcla y carga. En esta parte el único impacto negativo puede ser de nuevo la generación de residuos plásticos de las bolsas o recipientes utilizados para transportar los residuos agropecuarios, ya que estos al ser totalmente orgánicos se considera que son fácilmente degradables por el medio.

La última parte simplemente consistirá en el mantenimiento del digestor y su caseta por parte de las familias beneficiarias, abarcando desde el sellado de posibles fugas, reparación o recambio de piezas o partes dañadas, pero, sobre todo, la retirada del biol y la recarga del digestor. Esta parte, de nuevo, es susceptible de generar residuos plásticos o metálicos, así como generación de malos olores a la hora de retirar el biol.

4.3.1.2 Tipos de impactos

Principalmente se distinguen tres tipos de impactos: impactos sobre el medio físico, impactos sobre el medio biótico e impactos sobre el medio social.

En el primer tipo van a evaluarse la generación el impacto sobre la calidad del aire (olores), el agua y el suelo. En el segundo tipo se evaluará como afecta esta inversión a la flora y fauna de la zona. Por último, el principal factor a evaluar sobre el tercer tipo de impacto será si puede afectar a la salud.

Así pues, toda esta información se ha resumido mediante una matriz de Leopold tal y como se aparece en la Tabla 10.

Tabla 10. Matriz de interacciones simple para la evaluación de los impactos ambientales en este proyecto.
Fuente: elaboración propia.

PARTES	FASES	RIESGOS AMBIENTALES	FACTORES AMBIENTALES					
			Físicos			Bióticos		Sociales
			Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Salud
Construcción caseta e instalación digestor	Nivelación	-						
	Adobes	Uso excesivo agua		x		x	x	
	Construcción	Generación de residuos plásticos y metálicos			x	x	x	
	Acabado							
	Instalación							
Carga digestores	Picado	Generación de residuos plásticos			x	x	x	
	Mezcla							
	Carga	-						
Mantenimiento	Retirada biol	Malos olores	x					x
	Recarga	Generación de residuos plásticos y metálicos			x	x	x	
	Mantenimiento							

4.3.1.3 Calificación y valoración de impactos ambientales

Para la realización de este punto se han tenido en cuenta diez factores, ponderados en función de su importancia, y cuya suma se ha estimado como el impacto. Este resultado se ha agrupado en grupos en función de la gravedad del impacto. La fórmula obtenida ha sido la siguiente:

Ecuación 1. Fórmula para la determinación de la incidencia para cada efecto ambiental.
Fuente: elaboración propia.

$$I = \pm(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+PR+AC+EF+RC)$$

- Signo. El impacto puede ser positivo o negativo
- IN. Intensidad.

Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Irremediable	12

- EX. Extensión.

Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Muy extenso	8
Continuo	12

- MO. Momento.

Corto plazo	1
Medio plazo	2
Largo plazo	4

- PE. Persistencia.

Puntual	1
Temporal	2
Persistente	4

- RV. Reversibilidad.

Corto plazo	1
Largo plazo	2
Irreversible	4

- SI. Sinergia.

Inexistente	1
Leve	2
Alta	4

- PR. Periodicidad.

Irregular	1
Periódico	2
Permanente	4

- AC. Acumulabilidad.

Simple	1
Acumulable	4

- EF. Efecto.

Indirecto	1
Directo	4

- RC. Recuperabilidad.

Inmediata	1
Medio plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Tras valorar cada impacto según estos factores, se le aplica la fórmula expuesta anteriormente y se obtiene el valor del impacto, que es caracterizado según la puntuación obtenida.

*Tabla 11. Valoración estimada para los distintos impactos ambientales.
Fuente: elaboración propia.*

Valoración	Puntuación
Irrelevante	≤25
Moderado	26-50
Severo	51-75
Crítico	>75
Positivo	+

Tras valorar los distintos impactos ambientales supuestos, de acuerdo a los factores expuestos anteriormente y realizar su ponderación, tal y como se puede ver en la Tabla 12, los impactos ambientales son como mucho moderados, únicamente en el caso de los impactos sobre suelo y agua. En concreto el del suelo es el más preocupante, principalmente porque existe en las tres etapas del proyecto.

*Tabla 12. Valoración de los distintos impactos ambientales producidos durante el proyecto.
Fuente: elaboración propia.*

MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL	S	IN	EX	MO	PE	RV	SI	PR	AC	EF	RC	Calificación	Valoración
Físico	Agua Alteración de la calidad y/o cantidad	-	1	1	4	1	1	2	2	4	4	4	27	Moderado
	Suelo Cambio en las características físico/químicas del suelo y/o toxificación	-	4	4	1	2	2	2	4	1	1	4	37	Moderado
Biótico	Flora Disminución de la cobertura vegetal y alteración del hábitat	-	2	4	1	2	1	1	2	1	1	2	25	Irrelevante

MEDIO		IMPACTO AMBIENTAL	S	IN	EX	MO	PE	RV	SI	PR	AC	EF	RC	Calificación	Valoración
	Fauna	Alteración del hábitat de especies silvestres	-	2	4	1	2	1	1	2	1	1	2	25	Irrelevante
Social	Salud	Generación de una atmósfera molesta	-	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	23	Irrelevante

4.3.2 Impactos sociales

A la hora de valorar los impactos sociales derivados de la implementación de una tecnología como la propuesta se van a tener en cuenta dos factores: la comparación con la energía existente actualmente y el cambio en el uso del suelo.

Para el primer punto se valorará tanto la garantía como la flexibilidad en el acceso de la energía. Hay que tener en cuenta que, si bien la garantía de suministro de la energía también existe mediante el biogás, el gas natural permite mayor facilidad en su acceso, ya que no existe tanta complicación como puede tenerla el hecho de estar planeando cuando hacer las cargas en los digestores para tener una buena producción de biogás en los momentos necesarios. En cambio, en las comunidades indígenas la flexibilidad en el acceso al biogás sería mayor que con el gas convencional, ya que normalmente las familias han de planear cuando bajar a Guaranda para poder reabastecerse de gas, mientras que el biogás les permite obtener la energía in situ, sin necesidad de desplazarse.

Por otro lado, la ocupación del espacio de entre 9 y 10 m² necesarios para este proyecto, normalmente no supondrá una gran pérdida para las familias debido a que las extensiones de sus terrenos son considerablemente más grandes. Sin embargo, si la caseta se utilizase con fines agropecuarios como un invernadero o una pocilga, esta podría generarles un ingreso y no solo un ahorro de costes. En este punto tendrá mucho peso la influencia de la comunidad, tal y como se expuso anteriormente el carácter comunero de la misma puede tener un efecto positivo a la hora de implementar esta tecnología tras la consecución de este proyecto, ya que la buena opinión de las familias que se han beneficiado del mismo tendría un efecto contagio sobre el resto de la comunidad.

La única medida correctora que se podría implementar en la realización de este proyecto sería la concienciación sobre el almacenaje de los residuos generados en la elaboración del mismo, para después ser introducidos en las vías de tratamientos de residuos que el gobierno cantonal utiliza. Además, es indudable que se debe instruir a las familias beneficiarias de esta tecnología sobre su utilización y su mantenimiento para minimizar la generación de residuos y que los que inevitablemente se generen se traten como se explicó anteriormente.

5 CONCLUSIONES

Es indudable los beneficios que la adopción de esta nueva tecnología puede aportar a las familias beneficiarias de su implantación, principalmente por la valorización de residuos agropecuarios, los cuales, tras implementarse en esta vía, pueden ser utilizados tal y como se hace en la actualidad, es decir, aportándose al campo o cultivos existentes. Además, teniendo en cuenta la amortización de la inversión prevista y comparando la misma con los gastos energéticos según la situación actual, en menos de un tercio de la vida útil de esta inversión ya se habrían acumulado gastos energéticos equivalentes al monto de la inversión, suponiendo el resto de la vida útil de la inversión un ahorro neto para las familias.

Aun así, la implementación de esta tecnología tiene un coste de más de 800\$, lo que supone el doble del sueldo mínimo del país. Por ello, a diferencia de la situación ocurrida para la realización de este proyecto donde fue cofinanciado por la Universidad Estatal de Bolívar, la Universidad Politécnica de Valencia y los propios tesistas que realizaron el proyecto, las familias que quisiesen adoptar esta tecnología tendrían que hacer frente a una inversión considerable para el público objetivo.

Sin embargo, tras estudiar los impactos sociales y ambientales fruto de la adopción de esta tecnología parece que el acceso a cualquiera de las formas de financiación también planteadas en este estudio de viabilidad sería relativamente fácil para cualquiera de las familias susceptibles de llevar a cabo esta inversión. Además, el carácter comunitario de este grupo social en realidad le dota de mayor músculo negociador a la hora de acceder a vías de financiación estatales o internacionales. De todos modos, si una familia afrontase esta inversión de forma individual, el acceso a cooperativas de ahorro y crédito también asegura que pueda afrontarlo.

Por todo ello, la viabilidad del proyecto parece más que asegurada a los tres niveles que se plantearon, resultando en una forma de sustituir una de las energías más irrespetuosas con el medio ambiente con otra resultante de un proceso de valorización de residuos, que además facilitaría el acceso a la energía a comunidades rurales como la de la zona de estudio.

Este trabajo podría ampliarse mediante el cálculo de la diferencia, medida en emisiones de gases de efecto invernadero, que supone la adopción de una tecnología de este tipo. Además, atendiendo al estudio de viabilidad, medir la viabilidad social de un proyecto como este resulta tremendamente complicado debido a los múltiples factores que lo condicionan, sin embargo, mientras esta tecnología siga suponiendo una forma eficiente de obtención de energía mediante un esfuerzo reducido, tan solo estará amenazada su implementación por otras energías renovables donde el esfuerzo para el usuario es nulo como puede ser la energía fototérmica. Por otro lado, la medida de los impactos ambientales mediante un sistema de valoración cualitativo, en lugar de un método cuantitativo, enmascara la magnitud de cada uno de los impactos ambientales determinados, lo que en el caso de este estudio resulta perjudicial ya que como se ha explicado es una inversión de reducidas dimensiones en el entorno familiar. Por ello, también se recomienda la recopilación de datos sobre la magnitud de los posibles impactos ambientales de forma que se puedan elaborar sus funciones de transformación y así conocer cuán importantes son para el medio los impactos ambientales que supondría el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abelardo Ramos, J. (2012). *Historia de la Nación Latinoamericana*.
- Aguilar, J., & Medina, Á. (2013). *Organización política de los pueblos indígenas del Ecuador frente a la democracia*. Pontífica Universidad Católica del Ecuador.
- Albuquerque, J. A., de la Fuente, C., Campoy, M., Carrasco, L., Nájera, I., Baixauli, C., ... Bernal, M. P. (2012). Agricultural use of digestate for horticultural crop production and improvement of soil properties. *European Journal of Agronomy*, *43*, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.06.001>
- Boccaro, G. (2002). Colonización, resistencia y mestizaje en las Américas (Siglos XVI-XX). In *Abya-Yala*. Retrieved from https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1033&context=abya_yala
- Caicedo Tapia, D. (2018). Cosmovisiones, autodeterminación, pluralismos y justicia indígena. *Derechos y Libertades*, *38*(1), 299–326. <https://doi.org/10.14679/1064>
- Calderón, M., Andrade, F., Lizarzaburu, L., & Masache, M. (2017). Valoración económica de los cobeneficios del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas en el Ecuador. *Estudios Del Cambio Climático En América Latina. EUROCLIMA (CEPAL)*, *52*, 27.
- Carpio Santos, L. K. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, *2*(14), 25–32. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss14.2018pp25-32>
- Communal, T., Faysse, N., Bleuze, S., & Aceldo, B. (2016). Effects at Farm and Community Level of the Adoption of Sprinkler Irrigation in the Ecuadorian Andes: Effects of the Adoption Of Sprinkler Irrigation in the Andes. *Irrigation and Drainage*. <https://doi.org/10.1002/ird.2063>
- Corrales, L., Antolinez, D., Bohórquez, J., & Corredero, A. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*, *13*(23), 55–81. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
- Dávalos, P. (2005). Movimientos indígenas en América Latina: el derecho a la palabra. *Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales*, 17–33. Retrieved from <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20101026124338/2Davalos.pdf>
- Díaz Ocampo, E., & Antúnez Sánchez, A. (2016). La justicia indígena y el pluralismo jurídico en el constitucionalismo en América Latina. *Derecho y Cambio Social*, *13*(44), 1–38. Retrieved from www.derechocambiosocial.com
- Escalante, H. H., Guzmán, C. L., & Castro, L. M. (2014). Digestion anaerobia del bagazo de fique: Una alternativa energética. *DYNA (Colombia)*, *81*(183), 78–85.
- Flotats, X., Campos, E., & Bonmatí, J. P. A. (2001). Digestión anaerobia de purines de cerdo y co-digestión con residuos de la industria alimentaria. *Monografías de Actualidad*, *65*, 51–65.
- González, R., & Otero, A. (2003). Determinación de impactos METODO DE EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES Una propuesta. *Estudios y Perspectivas En Turismo*, *12*, 79–92.

- Hallaji, S. M., Kuroshkarim, M., & Moussavi, S. P. (2019). Enhancing methane production using anaerobic co-digestion of waste activated sludge with combined fruit waste and cheese whey. *BMC Biotechnology*, *19*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12896-019-0513-y>
- Hermosa Mantilla, H. (Universidad C. del E. (2014). El neoconstitucionalismo andino. Estudio comparado de las Constituciones de Ecuador 2008 y Bolivia 2009 a la luz del Convenio 169 y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas. *Universitas*, *20*, 151–182. <https://doi.org/10.17163/uni.n20.2014.06>
- Kapoor, R., Ghosh, P., Kumar, M., Sengupta, S., Gupta, A., Kumar, S. S., ... Pant, D. (2020). Valorization of agricultural waste for biogas based circular economy in India: A research outlook. *Bioresource Technology*, *304*(December 2019), 123036. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123036>
- Kozsel, M., & Lorenkowicz, E. (2015). Agricultural Use of Biogas Digestate as a Replacement Fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, *7*, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.12.004>
- Kuusik, A., Pachel, K., Kuusik, A., & Loigu, E. (2017). Possible agricultural use of digestate. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, *66*(1), 64–74. <https://doi.org/10.3176/proc.2017.1.10>
- Labatut, R. A., & Pronto, J. L. (2018). Sustainable waste-to-energy technologies: Anaerobic digestion. In *Sustainable Food Waste-to-Energy Systems*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811157-4.00004-8>
- Lorenzo Acosta, Y., & Obaya Abreu, M. C. (2005). La Digestión Anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. *ICIDCA*, *XXXIX*, 35–48. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120659006>
- Menzel, T., Neubauer, P., & Junne, S. (2020). Role of microbial hydrolysis in anaerobic digestion. *Energies*, *13*(21). <https://doi.org/10.3390/en13215555>
- Mereminskaya I., E. (universidad de G. (2011). El Convenio 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales: Derecho internacional y experiencias comparadas. *Estudios Públicos*, (121). <https://doi.org/10.38178/cep.vi121.375>
- Mijangos Ricárdez, Ó. F., & López Luna, J. (2014). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, *17*(50), 37–42. Retrieved from http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalIdentificacion.pdf
- Molina Vera, A. (UNICEF), Pozo, M. (INEC), & Serrano, J. C. (INEC). (2018). *Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador*.
- Møller, J., Boldrin, A., & Christensen, T. H. (2009). Anaerobic digestion and digestate use: Accounting of greenhouse gases and global warming contribution. *Waste Management and Research*, *27*(8), 813–824. <https://doi.org/10.1177/0734242X09344876>
- Moraes, B. S., Zaiat, M., & Bonomi, A. (2015). Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *44*, 888–903. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.023>
- Mwangi, M., & Kariuki, S. (2015). Factors Determining Adoption of New Agricultural Technology by Smallholder Farmers in Developing Countries. *Issn*, *6*(5), 2222–1700. Retrieved from www.iiste.org

- Parra Huertas, R. A. (2015). Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria. *Producción + Limpia*, 10(2), 142–159. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-04552015000200014
- Peralvo Lague, D. E., & Salinas Vega, T. E. (2019). La incidencia del pensamiento andino en el turismo comunitario. *Yura*, 1–21.
- Reyes García, L. (2005). Historia y grupos indígenas. *Desacatos. Revista de Ciencias Sociales*, 17, 177–180. <https://doi.org/10.29340/17.1064>
- Sellers, S., & Bilsborrow, R. (2019). Agricultural technology adoption among migrant settlers and indigenous populations of the Northern Ecuadorian Amazon: are differences narrowing? *Journal of Land Use Science*, 14(4–6), 347–361. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1719225>
- Solarte Toro, J. C., Mariscal Moreno, J. P., & Aristazábal Zuluaga, B. H. (2017). Evaluación de la digestión y co-digestión anaerobia de residuos de comida y de poda en bioreactores a escala laboratorio. *Revista ION*, 30(1), 105–116. <https://doi.org/10.18273/revion.v30n1-2017008> Evaluación
- Villavicencio Mora, M. I., & Ruiz Cedeño, M. (2019). Efecto de eliminar subsidio al gas para uso doméstico en el Ecuador. *RECUS*, 4(3), 29–34.
- Viloria Villegas, M. I., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. In *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* (Vol. 28). <https://doi.org/10.18359/rcin.2941>
- Walekhwa Nabusi, P., Lars, D., & Mugisha, J. (2014). Economic viability of biogas energy production from family-sized digesters in Uganda. *Biomass and Bioenergy*, 70, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.008>
- Ziemiński, K., & Frac, M. (2012). Methane fermentation process as anaerobic digestion of biomass: Transformations, stages and microorganisms. *African Journal of Biotechnology*, 11(18), 4127–4139. <https://doi.org/10.5897/ajbx11.054>