



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS MENCIÓN FÍSICA**

**TESIS**

**OBTENCIÓN DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA  
RENOVABLE A PARTIR DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ EN  
EL VALLE DE YANATILE - CUSCO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN  
CIENCIAS MENCIÓN FÍSICA**

**AUTOR:**

Br. RICARDO ROMERO LOAIZA

**ASESOR:**

Mgt. JULIO WARTHON ASCARZA

**CÓDIGO ORCID: 0000-0002-9242-7102**

**CUSCO – PERÚ  
2012**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## ANEXO 3 DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

Yo, RICARDO ROMERO LOAIZA del Programa Académico  
(Facultad / Escuela Profesional / Maestría y/o Doctorado u otro) de MAESTRIA EN  
CIENCIAS MENCION FISICA de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco.

Identificado (a) con código 958039 y DNI Nro. 23804031, autor (a) del siguiente  
documento de investigación en la modalidad (Tesis, Informe académico, Trabajo de Investigación, Trabajo de  
suficiencia profesional) de TESIS conducente a la obtención del grado o título  
profesional:

GRADO ACADEMICO DE MAESTER EN CIENCIAS MENCION  
FISICA  
que tiene por título:

OBTENCIÓN DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA  
RENOVABLE A PARTIR DE LOS SUBPRODUCTOS DEL  
CAFÉ EN EL VALLE DE YANATILE - CUSCO

y tiene por Asesor a: JULIO LUCAS WARTHON ASCARZA

Declaro bajo juramento que:

1. El documento de investigación (Tesis, Informe académico, Trabajo de Investigación, Trabajo de suficiencia profesional) de mi autoría es original e inédito, resultado de un trabajo personal y cumple con las exigencias normativas de autenticidad y no plagio en versión digital o impresa. Asimismo, dejo constancia de que todos los autores consultados han sido debidamente citados y referenciados en el documento y que no he utilizado figuras, fotografías, cuadros, tablas u otros elementos, sin citar, protegidos por derechos de autor.
2. Declaro que el trabajo de investigación conducente a la obtención del grado o título profesional, que pongo en consideración para su evaluación, es inédito y original. De no respetar los derechos de autor, originalidad e integridad, asumiré cualquier responsabilidad de carácter administrativo, civil o penal que de mi acción se deriven.

Cusco, 22 de diciembre de 2025

  
Firma

DNI: 23804031

Nombres y Apellidos: RICARDO ROMERO LOAIZA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
ESCUELA DE POSGRADO


INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS

Dr. JESÚS EFRAIN MOLLEPAZA ARISPE, Director General de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada **OBTENCIÓN DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ EN EL VALLE YANATILE-CUSCO** de Don RICARDO ROMERO LOAIZA. Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día CINCO DE JULIO DE 2012.

Es todo cuanto informamos a usted fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de **MAGISTER EN CIENCIAS MENCIÓN EN FÍSICA**.

Cusco, 22 de diciembre de 2025

  
Dr. RAÚL CHURA SERRANO  
Primer Replicante

  
M.Sc. MIRIAM HAYDEE ROMERO PEÑA  
Segundo Replicante

  
M.Sc. ROLANDO RAMOS OBREGON  
Segundo Dictaminante

## RESUMEN

En la cuenca del Valle de Yanatile Cusco se estimó una producción de 4,025.48 TM de café pergamino en la campaña 2011, se usaron aproximadamente 217,358.55 m<sup>3</sup> de agua, convertidos en agua residual de despulpado más agua residual de lavado y como residuos sólidos, la pulpa más mucílago, lo que constituyen 6,977.21 TM. Estos residuos son los causantes de graves problemas de contaminación ambiental en la atmósfera, en el agua y en el suelo. Se estima que actualmente en la cuenca del valle de Yanatile se generan 2,761.71 TM de gas metano y 57,995.98 TM de bióxido de carbono, debido a la descomposición aeróbica de los subproductos del café (pulpa, mucílago-aguas residuales), en un periodo de un año. Se realizó el análisis de los componentes fisicoquímicos de la pulpa de café, obteniendo el siguiente resultado: Sólidos Volátiles (SV = 12.6 %), Sólidos Fijos (SF = 6.2 %), que sumados dan Sólidos Totales (ST = 18.8 %). Se construyeron tres modelos de biodigestores para obtener biogás como fuente de energía renovable, el biodigestor de modelo tipo Taiwán de bolsa de polietileno de forma tubular de color negro dentro de un invernadero de polietileno tratado (Fito toldo) demostró buena eficiencia en la conversión de los subproductos del café en biogás. En conclusión, los objetivos iniciales de este trabajo de investigación se han alcanzado satisfactoriamente; asimismo, la hipótesis planteada ha sido verificada y la metodología aplicada ha permitido aplicar el biogás para usos domiciliarios.

**Palabras clave:** Biodigestor, Biogás, Subproducto del café, Energía renovable.

## ABSTRACT

In the Yanatile Valley basin in Cusco, an estimated 4,025.48 metric tons (MT) of parchment coffee were produced during the 2011 harvest. Approximately 217,358.55 m<sup>3</sup> of water were used, resulting in wastewater from pulping and washing, and 6,977.21 MT of solid waste (pulp and mucilage). This waste is responsible for serious environmental pollution problems in the atmosphere, water, and soil. It is estimated that the Yanatile Valley basin currently generates 2,761.71 MT of methane gas and 57,995.98 MT of carbon dioxide annually due to the aerobic decomposition of coffee byproducts (pulp, mucilage, and wastewater). An analysis of the physicochemical components of coffee pulp was performed, yielding the following results: Volatile Solids (VS = 12.6%), Fixed Solids (FS = 6.2%), which together give Total Solids (TS = 18.8%). Three biodigester models were constructed to obtain biogas as a renewable energy source. The Taiwan-type biodigester, consisting of a black, tubular polyethylene bag inside a treated polyethylene greenhouse (phyto-canopy), demonstrated good efficiency in converting coffee byproducts into biogas. In conclusion, the initial objectives of this research have been successfully achieved; likewise, the proposed hypothesis has been verified, and the applied methodology has allowed for the use of biogas for domestic purposes.

**Keywords:** Biodigester, Biogas, Coffee byproduct, Renewable energy.