



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA
ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO
LÁCTEO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autores:

Angulo Arias Richard Flavio

Calvopiña Núñez Nelson Fernando

Tutor:

Ing.MSc. Lilia Cervantes Rodríguez

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero – 2019



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, ANGULO ARIAS RICHARD FLAVIO y CALVOPIÑA NUÑEZ NELSON FERNANDO, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO LÁCTEO”, siendo el MSc. Lilia Cervantes Rodríguez tutor del presente trabajo; y absolvemos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Angulo Arias Richard Flavio

C.C. 172333215-9

Calvopiña Núñez Nelson Fernando

C.C. 050313918-0



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO LÁCTEO”, de ANGULO ARIAS RICHARD FLAVIO y CALVOPIÑA NUÑEZ NELSON FERNANDO, de la CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2019

Ing.MSc. Lilia Cervantes Rodríguez

C.C. 175727437-6

Tutor del proyecto



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: ANGULO ARIAS RICHARD FLAVIO y CALVOPIÑA NUÑEZ NELSON FERNANDO con el título de Proyecto de titulación: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO LÁCTEO” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2019

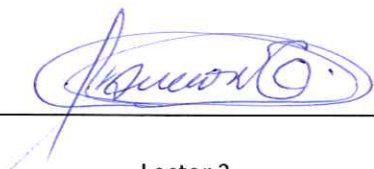
Para constancia firman:



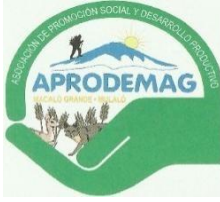
Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Cristian Espín
CC: 050226936-8



Lector 2
Nombre: Ing. Marcelo Tello
CC: 050151855-9



Lector 3
Nombre: Ing. Medardo Ulloa
CC: 10097032-5



APRODEMAG

**ASOCIACIÓN DE PROMOCIÓN SOCIAL Y DESARROLLO
PRODUCTIVO “APRODEMAG”**

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA PROPUESTA

En calidad de administrador de la planta para la producción de queso fresco y yogurt en la asociación de promoción social y desarrollo productivo “APRODEMAG”, avalo que el Proyecto de investigación con el título: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO LÁCTEO” de autoría de los postulantes , Angulo Arias Richard Flavio con cédula de ciudadanía 172333215-9 y Calvopiña Núñez Nelson Fernando con cedula de ciudadanía 050313918-0, de la carrera de Ingeniería Industrial, cumple con los requerimientos metodológicos y aporte que requiere la empresa para una mejora en su proceso productivo.

Latacunga, 07 de febrero del 2019



Diego Robayo

C.C. 050255718-4

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición me ha guiado para llegar a este triunfo, por haberme permitido estar donde me encuentro, y por lo que día a día pone en mi camino.

A mi familia, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Carrera de Ingeniería Industrial, a los docentes por impartir sus conocimientos necesarios para poder culminar con éxito mis estudios. A mi tutora de tesis MSc. Lilia Cervantes por su esfuerzo, dedicación, paciencia y por el apoyo y la confianza brindada, quien con sus conocimientos, su experiencia nos supo guiar durante el desarrollo del proyecto de investigación. Al Sr. Diego Robayo Representante Legal de la Empresa APRODEMAG por abrirme las puertas para el desarrollo del proyecto.

RICHARD

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por brindarme la oportunidad de obtener otro triunfo personal y darme salud y sabiduría y entendimiento para lograr esta meta, a mis padres que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no de caer cuando todo parecía complicado e imposible.

A mis hermanas Lorena y Verónica por todo el apoyo durante mi vida universitaria ya que nunca me dejaron desmayar en esta etapa de altos y bajos y les agradezco de todo corazón.

De igual forma agradezco a mi Tutora de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

NELSON

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Clara Arias y a mi padre Diego Angulo, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, por siempre ayudarme en las buenas y en las malas y por seguirlo haciendo, siempre confiaron en mí y nunca me abandonaron.

A mi hermano Daniel por ser el ejemplo de un hermano mayor, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi novia Verónica por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida, y a todas las personas especiales que me demostraron siempre su cariño, apoyo, por sus consejos y comprensión incondicional en los momentos difíciles.

Todos en conjunto me hicieron ver, que sin importar cuanto tiempo me tome, todo se puede si de verdad se quiere.

RICHARD

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres porque gracias al apoyo incondicional que he recibido de ellos han hecho posible llevar acabo la culminación del mismo.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes, he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio podría ponerse interminable

A la vez esta investigación me ha permitido enriquecer y afianzar mis conocimientos y abrir nuevas expectativas en mi vida profesional futura.

NELSON

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA PROPUESTA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xix
ABSTRACT	xxi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xxii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5.1. Situación problemática	4
5.2. Planteamiento del problema	5
6. OBJETIVOS:.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivo Específico	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	
8.1. Suero láctico:	8
8.1.1. Composición del lacto suero.....	8
8.2. Consideraciones para convertir suero lácteo en biogás:	9

8.2.1.	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)/Demanda química de oxígeno (DQO) ..	9
8.2.2.	Alcalinidad-pH.....	9
8.2.3.	Nutrientes.....	10
8.3.	Digestión anaeróbica	10
8.4.	Reactores anaeróbicos.	10
8.5.	Características del proceso anaeróbicos	10
8.5.1.	Factores que influyen en el proceso de digestión anaerobia	12
8.5.2.	Temperatura.....	12
8.5.3.	Nutrientes.....	12
8.5.4.	Toxicidad	13
8.5.5.	Producto de la digestión Anaerobia.....	13
8.6.	Sistemas de Biodigestión.....	13
8.6.1.	Biodigestores de flujo semicontinuo	14
8.6.2.	Biodigestores de flujo discontinuo	14
8.6.3.	Sistema de Flujo Continuo	14
8.7.	Tipos de biodigestores.....	14
8.7.1.	Plantas de globo.....	15
8.7.2.	Mantenimiento	16
8.7.3.	Biodigestor tipo chino	16
8.7.4.	Digestor anaeróbico tubular de polietileno.....	17
8.7.5.	Ventajas y desventajas de los biodigestores	18
8.7.6.	Cuidado, manejo y mantenimiento del biodigestor	18
8.7.7.	Tipos de Biodigestores de sistema de flujo semi continuo.....	18
8.7.7.1.	Biodigestor Chino	18
8.7.7.2.	Biodigestor de estructura flexible.....	19
8.7.7.3.	Biodigestor Indio	19
8.8.	El biogás	19

8.8.1.	Características del biogás	19
8.8.2.	Potencialidades del uso de suero para producción de biogás	20
9.	HIPÓTESIS	20
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
10.1.	Tipos de investigaciones utilizadas	21
10.1.1.	Observación visual	21
10.1.2.	Investigación descriptiva	21
10.1.3.	Investigación Experimental	21
10.1.4.	Investigación de campo	21
10.1.5.	Investigación explicativa y descriptiva.....	21
10.2.	Métodos utilizados.....	22
10.2.1.	Métodos teóricos de investigación	22
10.2.2.	Método inductivo - deductivo.....	22
10.2.3.	Método de análisis y síntesis	22
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	22
11.1.	Características generales de la empresa “APRODEMAG”	22
11.1.2.	Vías de acceso	23
11.2.	Servicios básicos disponibles:	23
11.3.	Tamaño de la planta.....	23
11.4.	Proveedores de materia prima	23
11.5.	Diagrama de procesos flujo	24
11.6.	Diagrama de volumen y masa	26
11.7.	CARACTERIZACIÓN FISICO QUIMICA DEL LACTO SUERO	27
12.1.	11.7.1. Obtenido de la producción de queso fresco y maduro.....	27
11.7.2.	Toma de las muestras	27
11.7.3.	Descripción del método experimental para la determinación de proteínas	27
11.7.4.	Descripción del método experimental para la determinación de grasas.....	28

11.7.5.	Descripción del método experimental para la determinación de pH.....	28
11.7.6.	Descripción del método experimental para la determinación de solidos totales y carbohidratos.	29
11.8.	Diagrama energético productivo	29
11.9.	Necesidades energéticas de la empresa “APRODEMAG”	30
11.10.	Estructura de gastos de la empresa APRODEMAG Octubre 2018 - Diciembre 2018, 30	
12.2.	11.11.1. Cantidad de suero lácteo producido.....	31
11.11.2.	Necesidad de energía eléctrica de la empresa	32
11.11.3.	Análisis de la disponibilidad física para la ubicación del biodigestor.....	32
11.11.4.	Tiempo de Retención Hidráulica (THR) y Tasa de Carga Orgánica (OLR)	32
11.12.	Criterios para realizar el diseño y dimensionamiento del biodigestor.....	33
11.14.	Temperatura de operación.....	34
11.15.	Diseño y dimensionamiento del biodigestor	34
11.15.1.	Dimensionamiento del biodigestor	34
11.16.	Ecuaciones requeridas para el diseño y dimensionamiento del biodigestor.....	35
11.16.1.	Volumen del tanque de alimentación	35
11.16.2.	Volumen de sustrato	36
11.16.3.	Volumen total del biodigestor	37
11.16.4.	Volumen del tanque de descarga	38
11.16.5.	Filtro para ácido sulfúrico.....	38
12.	Altura de la Tubería para carga	40
12.1.	Generador Eléctrico.....	41
12.3.	Excavación.....	43
12.4.	Intercambiador de calor.....	44
12.5.	Serpentín para transferencia de calor.....	44
12.6.	Propiedades físicas de medio de calentamiento	44
12.7.	Coeficiente individual de transferencia de calor	46

12.8.	Área del serpentín.....	49
12.9.	Número de vueltas del serpentín	49
12.10.	Pérdidas de calor a través de la tubería.....	50
12.11.	Tiempo que tomará en calentar el sustrato del biodigestor	51
12.12.	Costo de funcionamiento del intercambiador de calor	52
13.	ANALIS DE DATOS	53
13.1.	Estructura de gastos de la empresa APRODEMAG.....	53
13.2.	Estructura de costos por área cuarto frío	53
13.3.	Análisis de los requerimientos de diseño	55
13.4.	Biodigestor.....	56
13.5.	PROPUESTA	57
13.6.	RESOLUCIÓN DE ECUACIONES	57
13.6.1.	Requerimientos para el biodigestor	59
13.6.2.	Producción estimada de biogás.....	59
13.6.3.	Características del tanque del biodigestor	60
13.6.4.	Diseño del biodigestor	60
13.7.	Análisis de ahorro Energético.....	61
14.	IMPACTOS	61
15.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	62
15.1.	Costo total del proyecto de investigación.....	64
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
17.	BIBLIOGRAFÍA	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Línea de investigación de la UNESCO	2
Tabla 2 : Beneficiarios directos e indirectos del proyecto de investigación.	4
Tabla 3: Actividades planificadas para darle cumplimiento a los objetivos planteados	6
Tabla 4: Composición del lacto suero	8
Tabla 5: Ventajas y desventajas de los biodigestores.....	18
Tabla 6: Relación Temperatura-Tiempo para producción de biogás.	20
Tabla 7: Características técnicas principales del generador	42
Tabla 8: Características principales del motor	42
Tabla 9: Propiedades físicas del agua.....	45
Tabla 10: Necesidades energéticas de la empresa PASTOLAC	54
Tabla 11: Datos para el diseño y dimensionamiento del biodigestor	55
Tabla 12: Características de biodigestor Hindú y Chino	57
Tabla 13: Resolución de Ecuaciones	57
Tabla 14 : Resultados obtenidos para el diseño del biodigestor.....	59
Tabla 15 : Producción estimada de biogás	59
Tabla 16: Características principales del tanque para el biodigestor	60
Tabla 17: Materiales y costos para la construcción del biodigestor.....	62
Tabla 18 : Recursos Utilizados.....	64
Tabla 19: Costo Total	64
Tabla 20: Producción de queso y residuos de lacto suero (Octubre)	1
Tabla 21: Producción de queso y residuos de lacto suero (Noviembre)	2
Tabla 22: Producción de queso y residuos de lacto suero (Diciembre)	3
Tabla 23: Producción mensual de suero lácteo	4

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 : Características del proceso anaerobio.....	11
Ilustración 2 : Producto de la digestión Anaerobia.....	13
Ilustración 3: Biodigestor de globo.....	15
Ilustración 4: Biodigestor de globo	15
Ilustración 5: Esquema de un biodigestor de domo fijo	16
Ilustración 6: Biodigestor fijo en construcción.....	17
Ilustración 7: Digestor anaerobio tubular de polietileno	17
Ilustración 8: Croquis de localización de la planta	22
Ilustración 9: Promedio de volumen de lacto suero por mes	24
Ilustración 10: Productos producidos por APRODEMAG.....	24
Ilustración 11: Diagrama actual para el proceso de producción de queso fresco.	25
Ilustración 12: Diagrama de volumen y masa	26
Ilustración 13: Características del lacto suero	28
Ilustración 14: Diagrama Eléctrico Productivo	29
Ilustración 15: Valorización de residuos	31
Ilustración 16: Tipos de Tasa de carga orgánica.....	33
Ilustración 17: Cuadro de valores de ponderación.....	34
Ilustración 18: Funcionamiento de la planta de biogás.....	35
Ilustración 19: Generador Eléctrico prest.n.....	41
Ilustración 20: Datos del generador	43
Ilustración 21: Diagrama del diseño del serpentín para intercambio de calor.....	44
Ilustración 22: Propiedades físicas del lacto suero	45
Ilustración 23: Especifica las características del cobre.....	46
Ilustración 24: Diagrama de resistencia térmica.....	50
Ilustración 25: Especificaciones del gas licuado	52
Ilustración 26: Estructura de gastos de la empresa APRODEMAG.....	53
Ilustración 27: Consumo energético anual del cuarto frío	54
Ilustración 28: Producción de suero.....	55
Ilustración 29: Diseño del Biodigestor en AutoCAD	60
Ilustración 30: Producción de energía eléctrica.....	61
Ilustración 31 : Factura Eléctrica del mes de Octubre	5
Ilustración 32 : Fatura del mes de Sepetiembre	6

Ilustración 33 : Factura Electrica mes de Agosto	7
Ilustración 34: Facturas de diésel del mes de Noviembre	8
Ilustración 35: Diagrama de Pareto se establece el orden de relevancia de los gastos de la empresa.....	9
Ilustración 36: Factor de ensuciamiento del agua potable (agua de ciudad)	10
Ilustración 37: Tabla con la viscosidad del agua	11
Ilustración 38: Viscosidad del agua	11
Ilustración 39: Factor de conversiones	12
Ilustración 40: Tabla para encontrar el Factor jH.....	13
Ilustración 41: Caracterización suero obtenido del queso fresco	14
Ilustración 42: Caracterización del lacto suero del queso tipo maduro	15
Ilustración 43: Solidos Totales y Humedad Página 3	16
Ilustración 44: Solidos Totales y Humedad Página 2	17
Ilustración 45: Solidos Totales y Humedad Página 1	18
Ilustración 46: Ceniza Pág.1	19
Ilustración 47: Cenizas Pag.2.....	20
Ilustración 48: Grasa (Cruda) Pág. 1	21
Ilustración 49: Grasa (Cruda) Pág. 2	22
Ilustración 50: Grasa (Cruda) Pág. 3	23
Ilustración 51: Grasa (Cruda) Pág. 3	24
Ilustración 52: Acidez Pág.1	25
Ilustración 53: Acidez Pág.2.....	26
Ilustración 54: Determinación de potencial de hidrogeno Pág.1	27
Ilustración 55: Determinación de potencial de hidrogeno Pág.2	28
Ilustración 56: Proteína cruda Pág.1	29
Ilustración 57: Proteína cruda Pág.2	30
Ilustración 58: Proteína cruda Pág.2	31
Ilustración 59: Lista de equipos	32
Ilustración 60: Orden de trabajo Análisis físico- químico.....	33
Ilustración 61: Catalogo de MEGAPRODUCTOS	34
Ilustración 62: Tubería y válvulas	35
Ilustración 63: Tuberías y pegas	36
Ilustración 64: Accesorios presión EC.....	37
Ilustración 65: Tubos de presión EC.....	38

Ilustración 66: Tanques sisterna Titán.....	39
Ilustración 67: Tanques cilindro vertical / tipo botella.....	40
Ilustración 68: Tanques apilables cónicos.....	41
Ilustración 69: Válvulas.....	42
Ilustración 70: Tipos de bombas.....	43
Ilustración 71: Proforma Ferretería BIGOTES.....	44
Ilustración 72: Proforma KYWI S.A.	45
Ilustración 73 : Proforma Ferreteria su Economía.....	46
Ilustración 74: Plano de ubicación del biodigestor.....	47
Ilustración 75: Mediaciones de la planta de biogás.....	48
Ilustración 76: Mediaciones de la planta de biogás.....	49

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Volumen del tanque de alimentación	35
Ecuación 2: Volumen de sustrato	36
Ecuación 3: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor	36
Ecuación 4: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor	37
Ecuación 5: Volumen de biogás	37
Ecuación 6: Volumen Total del Biodigestor	37
Ecuación 7: Producción de biogás	38
Ecuación 8: Litros de biogás por día	39
Ecuación 9: Presión absoluta	39
Ecuación 10: Cantidad de kg de hierro requerido	39
Ecuación 11: Hierro requerido	40
Ecuación 12: Altura de la tubería de carga de la biomasa	40
Ecuación 13: Volumen de reservorio de biogás	40
Ecuación 14: Energía eléctrica generada.....	43
Ecuación 15: Coeficiente individual de transferencia de calor del agua en el serpentín.....	46
Ecuación 16: Diámetro interno de la tubería del serpentín	46
Ecuación 17: coeficiente de transferencia individual de serpentín hio	47
Ecuación 18: Coeficiente individual del lacto suero contenido en el tanque	47
Ecuación 19: Coeficiente global de transferencia de calor limpio y sucio.....	47
Ecuación 20: Coeficiente global de transferencia de calor sucio	47
Ecuación 21: Calor requerido para calentar el suero lácteo	48
Ecuación 22: Diferencia logarítmica de temperatura	48
Ecuación 23: Calor requerido para calentar el suero lácteo	49
Ecuación 24: Área del serpentín.....	49
Ecuación 25: Longitud de una vuelta del serpentín (m)	49
Ecuación 26: Longitud de entrada + longitud de salida	50
Ecuación 27: Pérdidas de calor a través de la tubería	50
Ecuación 28: Resistencias térmicas totales	51
Ecuación 29: Perdida de calor	51
Ecuación 30: variación de temperatura	51
Ecuación 31: Tiempo requerido para calentar sustrato	52
Ecuación 32: Equivalencia a gas	52

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO LÁCTEO

Autores:

ANGULO ARIAS RICHARD FLAVIO

CALVOPÍÑA NELSON FERNANDO

RESUMEN

La empresa APRODEMAG fue fundada en el mes de Febrero del 2008, se encuentra ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Mulaló, Barrio Mácalo Grande. En la empresa se generan aproximadamente 34083 litros de lacto suero al mes, como un subproducto del proceso de elaboración del queso. Dichos residuos, fundamentalmente, se almacenan en tanques de 5000 litros aproximadamente, para que luego sea trasladado por las personas aledañas a la empresa lo cual les servirá como alimentos para los cerdos. Por otra parte, la empresa tiene un consumo mensual de energía eléctrica de 1733,11 kWh que representa un costo mensual de \$ 155,98, constituyendo el 73% de este costo, el asociado al consumo de energía eléctrica en el cuarto frío. Por ello, el objetivo fundamental de este trabajo es diseñar una planta para el tratamiento del lacto suero y la producción de biogás como fuente de energía alternativa la generación de energía eléctrica para eliminar y/o disminuir los problemas anteriormente expuestos. Para dar cumplimiento a dicho objetivo se diseñó una planta, que está formada, fundamentalmente, por un tanque de mezcla, el biodigestor, que tiene incorporado un intercambiador de calor para el calentamiento del sustrato hasta la temperatura de operación. El costo total de la planta es de \$ 3003,58 siendo los elementos más costosos el tanque de 20000 litros que es utilizado como biodigestor o tanque de mezcla. La producción diaria de biogás se estima en, aproximadamente, 97.84 m³ biogás/día con un contenido energético equivalente a 262 kW día, lo que le permitiría a la empresa satisfacer el 70% de las necesidades de energía eléctrica.

Palabras claves: Energía, lacto suero, biodigestor.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED (CIYA)

TITLE: “DESIGN OF A BIOGAS PLANT AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE IN THE COMPANY APRODEMAG WITH THE USE OF WHEY”

Authors:

ANGULO ARIAS RICHARD FLAVIO

CALVOPIÑA NELSON FERNANDO

ABSTRACT

The company APRODEMAG was founded in February 2008, It is located in the Cotopaxi Province, Latacunga Town, Mulaló Parish, Mácalo Grande Neighborhood. The company generates 34083 liters of lacto serum per month approximately, as a by-product of the cheese making process. These residues are stored in tanks of approximately 5000 liters, so that later it is moved by the people surrounding the company, which will serve as food for the pigs. Besides, the company has a monthly electricity consumption of 1733.11 kWh, which represents \$ 155.98 each month, constituting 73% of cost, associated with the consumption of electricity in the cold room. Therefore, the main goal of this work is to design a plant for the treatment of Lacto Serum and the production of Biogas for the electrical energy generation to eliminate and / or reduce the previous problems in order to fulfill this objective, a plant was designed, which is formed, fundamentally, by a mixing tank, the biodigester, it has a built-in heat exchanger for heating the substrate up to the operating temperature. The total cost of the plant is \$ 3003.58, it is the most expensive items, the 20,000-gallon tank that is used as a bio-digester or mixing tank. The daily production of biogas is estimated at approximately 97.84 m³ biogas / day with an energy content equivalent to 262 kW day, it would allow the company to meet 70% of the electricity needs.

Keywords: Energy, lacto serum, biodigester.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE
IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; informe legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los estudiantes egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **ANGULO ARIAS RICHARD FLAVIO Y CALVOPIÑA NÚÑEZ NELSON FERNADO**, cuyo título versa “**DISEÑO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA EMPRESA APRODEMAG CON EL USO DE SUERO LÁCTEO**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con la correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puede certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 08 de febrero del 2019

Atentamente:

Hipatia Soraya Proaño Álvarez

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

C.C.050263878-6



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

Diseño de una planta de biogás como fuente de energía alternativa en la empresa APRODEMAG con el uso de suero lácteo

Fecha de inicio:

19 de Octubre del 2017

Fecha de finalización:

AGOSTO 2018

Lugar de Ejecución:

Parroquia Mulaló/Barrio Mácalo Grande, Empresa láctea APRODEMAG

Unidad Académica que auspicia

Facultad de Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Equipo de Trabajo:

Tutor del Proyecto de Investigación:

Nombre: Lilia Cervantes Rodríguez

Celular: 0998254139

Correo electrónico: lilia.cervantes@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

Nombres completos: Angulo Arias Richard Flavio

Dirección: Tambillo

Teléfono: 23680-107

Celular: 0984380799

Correo electrónico: richard.angulo9@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

Nombres completos: Calvopiña Núñez Nelson Fernando

Dirección: Latacunga

Teléfono: 2292-657

Celular: 0999874068

Correo electrónico: nelson.calvopina0@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi:

Energías alternativas y renovables, eficiencia y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera de Ingeniería Industrial:

Procesos productivos

- Aprovechamiento de subproductos y residuos
- Eficiencia energética

Líneas de investigación de Ciencias y Tecnología de la Unesco

Tabla 1: Línea de investigación de la UNESCO

Campo	Disciplina	Sub disciplina
	3308 Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente	330807 Eliminación de Residuos
3300 Ciencias tecnológicas	3309 Tecnología de Los Alimentos	330909 Productos Lácteos
	3322 Tecnología Energética	332203 Genera de Energía

Fuente: Unesco

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La empresa de lácteos APRODEMAG ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Parroquia de Mulaló, Barrio Mácalo Grande, se dedica a la producción de diferentes productos lácteos tales como: yogurt, queso fresco, mozzarella y maduro. En el proceso productivo de la empresa se genera un promedio 1099 litros de suero lácteo al día, de los cuales se utiliza un 30 % para la alimentación de cerdos de los socios de la comunidad y el resto es vertido a los suelo de alrededor de la planta, con la consiguiente contaminación ambiental que ello ocasiona.

(Robayo, 2017) Por lo tanto, se considera la realización de un diseño de una planta para el tratamiento del suero lácteo y generación de biogás para satisfacer las necesidades de energía térmica y eléctrica de la empresa y disminución de la contaminación ambiental. Para lograr el propósito mencionado se inició con la caracterización energética de la planta, determinándose las necesidades energéticas en cada uno de los procesos, se realizó una caracterización experimental del lacta suero para conocer en qué medida se aporta puede utilizarse el contenido de carbono de sus componentes para la obtención de biogás. La aplicación de las ecuaciones para el cálculo de la cantidad de biogás a obtener hizo posible la selección adecuada del biodigestor y así la evolución de costos para su construcción.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El diseño del biodigestor para generación de biogás, constituye una solución para la disminución de la contaminación del suelo y de la tasa de energía térmica y eléctrica de la empresa APRODEMAG.

Existe una preocupación por el efecto sobre el medio ambiente de este derivado de su industria; ya que parte del mismo (la mayor cantidad) es vertido al suelo de los alrededores.

Puesto que toda materia orgánica, con importante contenido en carbohidratos y nitrógeno, puede ser insumo apropiado para la producción de biogás, se propuso diseñar una planta de biogás con el suero láctico, como una forma de aprovechar tal derivado en la obtención energía térmica y eléctrica de la empresa

El biogás obtenido como fuente de energía térmica y eléctrica ofrece una gran variedad de beneficios, principalmente a la disminución de la contaminación del suelo, el biogás, apreciado como uno de los gases que producen energía de forma más limpia, no tiene problemas de regulaciones ambientales en ninguna parte del mundo, constituyéndose así en una opción factible al agotamiento seguro de energías no renovables.

Al utilizar este tipo de tecnología amigable con el medio ambiente, la empresa APRODEMAG reducen los vertimientos de suero lácteo y emisiones de CO₂ al ambiente y, pudiendo obtener bonificaciones internacionales por cada tonelada de CO₂ que reduzcan de acuerdo con el protocolo de Kioto. Además, toda la tecnología de producción de energía que provengan de fuentes renovables, están siendo favorecidas por una política interna, la cual dicta que las empresas que remplacen la energía proveniente de combustibles fósiles empleada en sus

procesos, por algún tipo de energía renovable, estén exentas de pagar impuestos hasta en un 100%.

Al determinar a través de los cálculos realizados que el cuarto frío tiene el mayor consumo energético, el uso de biogás como fuente de energía alternativa puede satisfacer las necesidades energéticas en esta área

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 2 : Beneficiarios directos e indirectos del proyecto de investigación.

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
2 trabajadores de la empresa APRODEMAG 17 Socios	3 haciendas ganaderas

REALIZADO POR LOS AUTORES

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Situación problemática

El acrecentamiento, la contaminación del agua, el aire y la tierra se ha incrementado en forma alarmante. En este contexto, la industria alimentaria, y específicamente la industria láctea, no está exenta de responsabilidad.

Como resultado de la industrialización de la leche existe una grave contaminación ambiental producida por el vertimiento del suero láctico en las tierras. En el caso de la empresa APRODEMAG, localizada en la Provincia de Cotopaxi, Parroquia de Mulaló, Barrio Mácalo Grande, la fuente afectada es los suelos, el cual, sirve para la producción de pasto, el mismo que es fuente de alimento para el ganado bobino.

Debido a su riqueza en materias orgánicas, el suero láctico que se vierte en los suelos sin ningún tratamiento tiene un efecto contaminante muy elevado, por lo tanto los suelos quedan inutilizables afectando tanto a la empresa como a las haciendas ganaderas aledañas.

Puesto que la empresa APRODEMAG vierte el subproducto hacia los suelos, tales números manifiestan la dimensión de su efecto contaminante y la necesidad de darle un adecuado método para su eliminación. Por tal razón, la administración de la empresa requiere tomar medidas para disminuir los contaminantes de los derivados de su actividad industrial.

La medida que se considerara para la empresa será el diseño de una planta de biogás, ya que a la vez que degrada la materia orgánica rinde un subproducto de valor agregado: gas metano (biogás). Aun considerando que la producción de gas metano a partir de desechos orgánicos es realizada por organismos con metabolismo adaptado para ello, el proyecto descarta procedimientos que supongan incremento en el riesgo de contaminación de los procesos y sus productos; por lo que se propuso diseñar una planta de biogás con únicamente suero láctico, sin el uso de bacterias ni de excretas animales, para producir biogás.

5.2. Planteamiento del problema

¿Cómo reutilizar el lacto suero desechado de la producción de queso en la empresa APRODEMAG para la obtención de energía alternativa?

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo General

Diseñar una planta de biogás, con la reutilización del lacto suero generado como un subproducto en la producción de queso, para disminuir el consumo de portadores energéticos, en la empresa láctea APRODEMAG.

6.2. Objetivo Específico

- Determinar las necesidades de energía térmica y eléctrica existentes en la empresa APRODEMAG para el análisis de los consumos en cada etapa del proceso.
- Definir los criterios y requerimientos para el diseño de la planta de biogás para justificar el biodigestor más adecuado en la producción de energía alternativa.
- Diseñar la planta de biogás, en base a los criterios y requerimientos definidos para su posterior construcción e implementación.
- Determinar el costo de implementación de la planta de biogás para la evaluación económica de la planta.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

Tabla 3: Actividades planificadas para darle cumplimiento a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
<p>1.-Determinar las necesidades de energía térmica y eléctrica existentes en la empresa APRODEMAG para el análisis de los consumos en cada etapa del proceso.</p>	<p>-Inspección visual de los equipos de consumo energético existentes en la empresa.</p> <p>-Caracterización de la materia a utilizar para la producción de biogás.</p> <p>-Determinación la demanda energética de todos los procesos de la empresa APRODEMAG</p>	<p>-Obtención de información sobre los equipos que consumen energía térmica y eléctrica.</p> <p>-Composición química de la materia prima.</p> <p>-Determinación de la demanda térmica y eléctrica de la empresa.</p>	<p>- Observación visual e investigación descriptiva</p> <p>-Se aplican técnicas experimentales para la caracterización de la materia prima</p> <p>- Investigación de campo</p> <p>- Inductivo - deductivo</p>
<p>2.-Definir los criterios y requerimientos para el diseño de la planta de biogás para justificar el biodigestor más adecuado en la</p>	<p>-Realización de análisis de tipo de biodigestores que pueden utilizar.</p> <p>-Selección del tipo de biodigestor adecuado acorde a los</p>	<p>-Análisis de los tipos de biodigestores</p> <p>-Biodigestor seleccionado</p>	<p>-Método de análisis y síntesis</p> <p>-Investigación explicativa y descriptiva</p>

producción de energía alternativa.	requerimientos a la planta láctea. -Definición de los criterios para el diseño de la planta de biogás	-Criterio definidos	-Investigación explicativa, ecuaciones de cálculo.
3.-Diseñar la planta de biogás, en base a los criterios y requerimientos definidos para su posterior construcción e implementación.	-Diseño del biodigestor -Confección de un instructivo para el manteniendo y las operaciones del biodigestor	-Biodigestor diseñado -Instructivo de operaciones y mantenimiento confeccionado.	-Aplicación del AutoCAD -Aplicación Word
4.-Determinar el costo de implementación de la planta de biogás para la evaluación económica de la planta.	-Análisis de las proformas de precios estimados para la construcción	-Costos de materiales que se utilizará en la construcción	-Proformas

RELIZADO POR LOS AUTORES

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Suero láctico:

El suero lácteo es un líquido remanente, luego de la precipitación de la caseína en la leche, en el proceso de elaboración de quesos. Por tanto es un subproducto de la industria láctea, el cual, por cada kilogramo de queso producido, genera cerca de 91 kilogramos de suero lácteo.

Éste contiene altos contenidos de proteína, lactosa y minerales. Es altamente biodegradable (99%) y tiene un alto contenido de demanda química de oxígeno de hasta 70.000 mg/L; rangos de 50.000 a 80.000 (mg/L)

En casos de bajos volúmenes de suero, el empleo de tecnologías de recuperación de su valor, como es la extracción de proteína, recuperación de lactosa o secado del suero, para otros usos agroindustriales, resulta difícil por los costos de inversión. El uso más común en queseras de menor tamaño es para alimentación animal, como por ejemplo los cerdos.

Por tanto, la conversión del suero a biogás es una alternativa viable. Sin embargo, antes de invertir en un biodigestor que convierta suero en energía, es necesario tomar en consideración algunos aspectos meramente del proceso de digestión anaeróbica. (Viquez Arias, 2012)

8.1.1. Composición del lacto suero

Tabla 4: Composición del lacto suero

COMPONENTE	LACTOSUERO DULCE g/L	LACTOSUERO ÁCIDO g/L
Sólidos totals	63.0 – 70.0 ^(1,2,5)	63.0 – 70.0 ⁽¹⁾
DQO	50 – 70 ^(2,3,5)	50 – 70 ⁽³⁾
DBO		35 - 40 ⁽³⁾
Lactosa	46.0 – 52.0 ^(1,2,4)	44.0 – 46.0 ^(1,3,4)
Proteína	6.0 – 10.0 ^(1,4)	6.0 – 8.0 ^(1,4)
Grasa	0.5 – 7.0 ^(1,4)	0.4 – 6.0 ^(1,4)
Calcio	0.4 – 0.6 ^(1,4)	1.2 – 1.6 ^(1,4)
Fosfatos	1.0 – 3.0 ^(1,2,4,5)	2.0 – 4.5 ^(1,4)
Lactatos	2.0 ⁽¹⁾	6.4 ⁽¹⁾
Cloruros	1.1 ^(1,4)	1.1 ^(1,4)
Ph	5.6 – 6.1 ^(1,2,4,5,6)	4.3 – 5.2 ^(1,3,4,6)

Cenizas	4 – 6 ⁽⁴⁾	6 – 8 ⁽⁴⁾
Potasio	1.4 – 1.6 ⁽⁴⁾	1.4 – 1.6 ⁽⁴⁾

Fuente: (León López, oct-2017)

(León López, oct-2017) Explica que en cualquiera de los dos tipos de lacto suero obtenidos, se estima que por cada kilogramo de queso se producen 9 kilogramos de lacto suero, esto representa cerca del 85-90 % del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55 % de sus nutrientes. Entre los más abundantes de estos nutrientes se encuentra la lactosa (4.5 – 5 % p/v), proteínas solubles (0.6 – 8 %), lípidos (0.4 – 0.5 %) y sales minerales (8 – 10 % de extracto seco).

De acuerdo con la tabla de referencia tanto para el lacto suero dulce como para el lacto suero ácido se aprecia que la composición de lactosa, considerado como el sacárido que se encuentra en mayor proporción puede aportar una considerable cantidad de carbono necesario para la obtención de biogás por proceso fermentativos. Las proteínas también representa valores significativos de aporte de carbono y de nitrógeno favorables para este mismo proceso, sin embargo las grasas se encuentra en menor proporción aunque también aportan carbono para la obtención de esta sustancia.

8.2. Consideraciones para convertir suero lácteo en biogás:

8.2.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)/Demanda química de oxígeno (DQO)

El nivel de biodegradabilidad de un sustrato puede ser “medido” por la correlación entre DQO: DBO (demanda bioquímica de oxígeno). En el caso de suero, esta relación de DQO: DBO es de hasta 2:1, mostrando una alta degradabilidad. Comparado con excreta bovina, la cual presenta restos de pastos y otros compuestos difíciles de degradar, su DQO: DBO ronda los 7:1 a 12:1 (ver artículo Producción y caracterización de excretas en Revista ECAG Informa 11(49):54-56. Esto indica que las excretas de ganado bovino son difíciles de degradar en comparación con el suero (Viquez Arias, 2012)

8.2.2. Alcalinidad-pH

A pesar de las ventajas de realizar un manejo y tratamiento de los efluentes vía la digestión anaeróbica, el suero lácteo por su alta biodegradabilidad mostrada en el punto anterior, además

de su alto contenido de materia orgánica presentada como DQO, así como su baja alcalinidad (50 meq/L), el reactor puede tender a acidificarse fácil y rápidamente (Saddoud, Hassairi, & Sayadi, 2007)

8.2.3. Nutrientes

En una investigación se determinó que la presencia de nutrientes y algunos metales son importantes para el proceso de degradación del suero lácteo, ya que sin ellos se produjo un 15% menos de biogás y se requirió de más tiempo de estabilización: 35 días sin suplemento, contra 16 días con suplemento (Erguder, Tezel, Guven, & Demirer, 2001)

8.3. Digestión anaeróbica

Los procesos de digestión anaerobia han sido principalmente aplicados a residuos con alta carga orgánica y aguas residuales, por ejemplo efluentes de vinos, leche y sus derivados, cervezas o lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (Donoso, 2009); involucra la degradación y estabilización de materiales orgánicos bajo condiciones anaerobias por organismos microbianos (Chen, 2008); este proceso se basa en un consorcio de poblaciones de microorganismos simbióticos e interdependientes, los cuales son capaces de utilizar un diverso espectro de sustratos en la ausencia de oxígeno para la síntesis de productos finales (Ghaly, 1996); esta degradación anaerobia de materia orgánica puede ser llevada a cabo en un amplio rango de temperaturas incluyendo condiciones termofónicas, mesofílicas y psicofílicas (Tartakovsky, 2007).

8.4. Reactores anaeróbicos.

Los reactores anaeróbicos son una alternativa atractiva para el tratamiento de aguas residuales (Donoso, 2009), están incrementándose para el tratamiento de varios tipos de aguas residuales por sus costos operacionales bajos, requerimientos de espacio pequeño, alta eficiencia en la eliminación de carga orgánica y producción baja de lodos, combinada con un beneficio neto de energía a través de la producción de biogás. (Huertas, 2010)

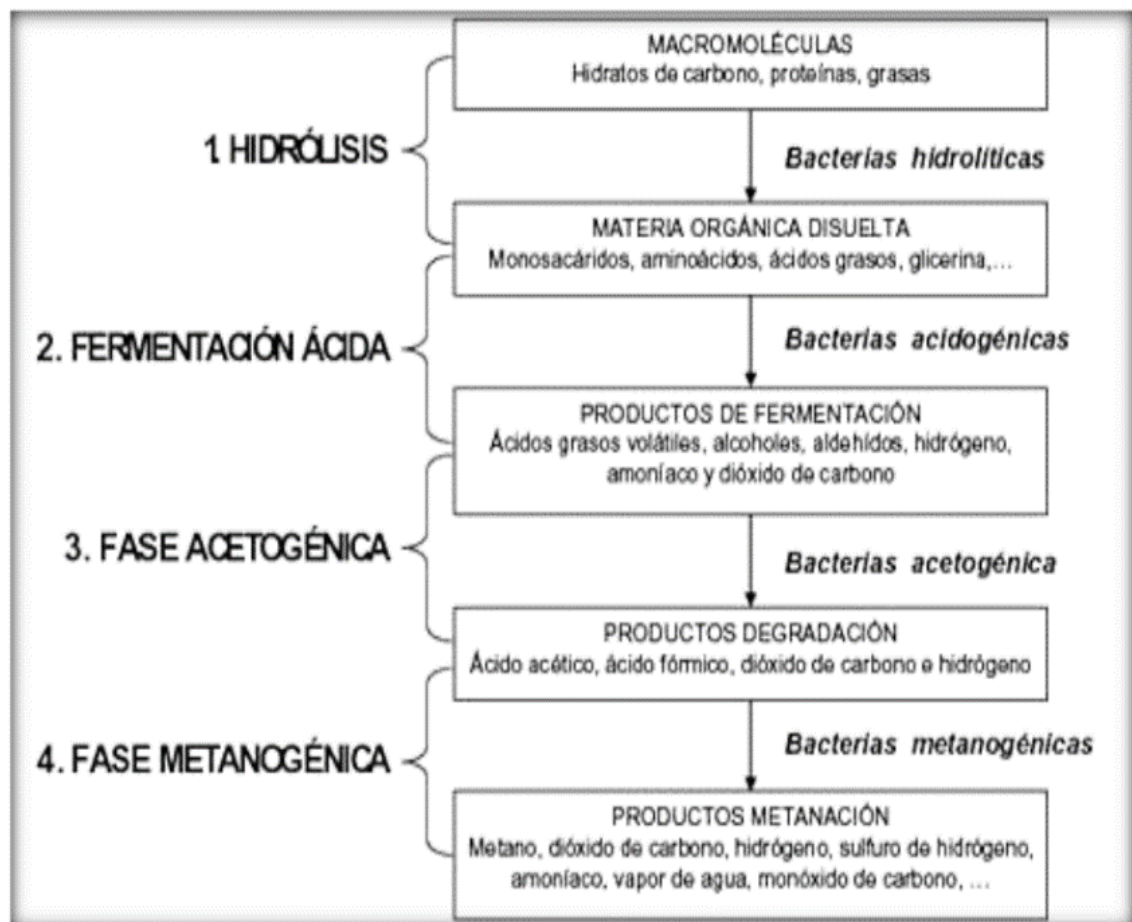
8.5. Características del proceso anaeróbicos

La digestión anaerobia es un proceso biológico que se da en ausencia de oxígeno y a través de diferentes etapas en las que van interviniendo un grupo heterogéneo de microorganismos que

van transformando la fracción más degradable de la materia orgánica en biogás, éste va estar compuesto en su gran mayoría por metano y dióxido de carbono, pero también se van a encontrar otros gases en menor proporción como vapor de agua, sulfuro de hidrógeno, entre otros. Además de esto se caracteriza por la existencia de varias etapas consecutivas que se diferencian por el proceso que se lleva a cabo para degradar el sustrato (González Cabrera, 2014)

Cada una de estas etapas es de gran importancia, con ellas se crea un proceso en el cual las bacterias que se forman, en cada una de estas se descompone, transforma la materia prima y consumen el oxígeno dentro del biodigestor para generar gases como metano, el dióxido de carbono y entre otros que son de gran importancia para el proceso de producción de energía en la Tabla 4 se detalla más de estas etapas. (Moncayo, 2013)

Ilustración 1 : Características del proceso anaerobio.



Fuente: (Moncayo, 2013)

8.5.1. Factores que influyen en el proceso de digestión anaerobia

Los principales factores que inciden en el proceso anaerobio están relacionados con aquellos parámetros cuyo control permite un mejor crecimiento de la biomasa, un alto porcentaje de la degradación de la materia orgánica y un volumen mayor en la producción de biogás (Caceres, 2011). De igual forma, el proceso de conversión anaerobia depende de diversos factores, los cuales influyen claramente en el sistema y que deben ser medidos y controlados con el fin de conseguir las condiciones óptimas para alcanzar un rendimiento máximo en el proceso (Vilar-Montesinos, 2015). Algunos factores que afectan a la digestión anaerobia son: pH, temperatura, relación C/N, sustancias tóxicas, carga orgánica volumétrica, tiempo de retención hidráulico (TRH).

8.5.2. Temperatura

La digestión anaerobia es fuertemente influenciada por la temperatura, diversas investigaciones han indicado que este proceso se favorece a temperaturas dentro del rango termofílico ya que incrementan la solubilización de la materia orgánica en suspensión y la producción de Ácidos Grasos Volátiles. Sin embargo tiene ciertas desventajas (León López, oct-2017)

- El alto gasto de energía requerido.
- Dificultad y largo tiempo necesario para el establecimiento de la población bacteriana.
- Mayor sensibilidad del sistema a variaciones de temperatura, carga orgánica e interrupciones de alimentación.

En el rango mesofílico, la temperatura óptima de fermentación puede encontrarse entre 25°C y 35°C, en estas presentan mejores tasas de reacción y proveen tratamientos más estables. Generalmente concentraciones de DQO mayores a 2 000 mgO₂/L son perfectas para producir suficiente cantidad de metano para calentar el agua residual sin utilizar fuentes externas de combustible. (Márquez, 2011)

8.5.3. Nutrientes

Además de una fuente de carbono orgánico, los microorganismos requieren de nitrógeno, fósforo y otros factores de crecimiento que tienen efectos complejos. Los niveles de nutrientes deben de estar por encima de la concentración óptima para las metanobacterias, ya que ellas se inhiben severamente por falta de nutrientes. Sin embargo, la deficiencia de nutrientes no debe

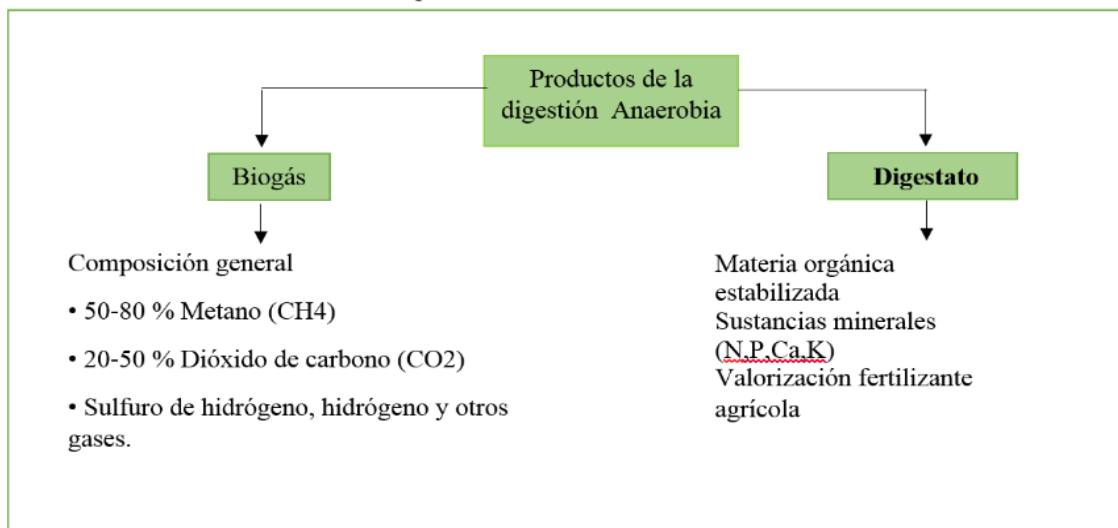
ser un problema con los alimentos concentrados, pues estos aseguran en más que suficientes las cantidades de nutrientes. (Dominguez, 2000)

8.5.4. Toxicidad

La digestión anaerobia como todos los procesos biológicos es susceptible a la acción de materiales y sustancias que en cantidades o concentraciones altas resultaran tóxicas o inhibitoras para la actividad microbiana. La sustancia principal es el oxígeno, los microorganismos metano génicos se encuentran entre los anaerobios estrictos, concentraciones de 0.01 ppm de O₂ inhiben su crecimiento, mientras que el resto de inhibidores son el amoniaco (NH₃), los ácidos grasos volátiles (AGV) y el sulfuro de hidrógeno (H₂S) (Blanco-Cobián, 2011)

8.5.5. Producto de la digestión Anaerobia

Ilustración 2 : Producto de la digestión Anaerobia



RELIZADO POR LOS AUTORES

8.6. Sistemas de Biodigestión

En la actualidad existe una gran variedad de tipos de sistemas de biodigestión los varían según su frecuencia de carga, entre los más comunes tenemos:

8.6.1. Biodigestores de flujo semicontinuo

La carga del material a fermentar y la descarga del efluente se realiza de manera continua o por pequeños baches (ej. una vez al día, cada 12 horas) durante el proceso, que se extiende indefinidamente a través del tiempo; por lo general requieren de menos mano de obra, pero de una mezcla más fluida o movilizadora de manera mecánica y de un depósito de gas (si este no se utiliza en su totalidad de manera continua). Los biodigestores continuos sirven para purificar el agua contaminada por diferentes fosas. Existen tres clases de biodigestores de flujo continuo (Chen, 2008):

- De cúpula fija (chino).
- De cúpula móvil o flotante (hindú).
- De salchicha, tubular, Taiwán, CIPAV o Biodigestores familiares de bajo costo.

8.6.2. Biodigestores de flujo discontinuo

La carga de la totalidad del material a fermentar se hace al inicio del proceso y la descarga del efluente se hace al finalizar el proceso; por lo general requieren de mayor mano de obra y de un espacio para almacenar la materia prima si esta se produce continuamente y de un depósito de gas (debido a la gran variación en la cantidad de gas producido durante el proceso, teniendo su pico en la fase media de este) o fuentes alternativas para suplirlo. (Chen, 2008)

8.6.3. Sistema de Flujo Continuo

El sistema de biodigestión continuo se desarrolla principalmente para el tratamiento de aguas residuales, en donde las plantas son muy grandes porque se utiliza en áreas industriales, se proporciona calefacción y agitación al interior del biodigestor debido a la gran cantidad de materia que ingresa y la gran cantidad de biogás que genera hace necesario utilizar equipos de medición para su control aumentando su complejidad.

8.7. Tipos de biodigestores

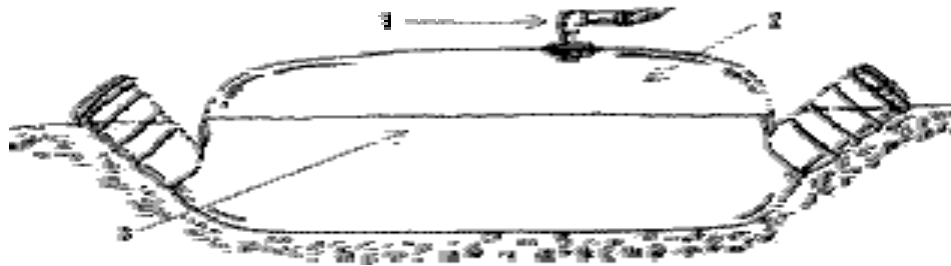
Una primera revisión de la apariencia física de los diferentes tipos de plantas de biogás describe los tres tipos principales de plantas simples de biogás: plantas de globo, plantas de domo fijo y plantas de tambor flotante. (Noyola, 2001)

8.7.1. Plantas de globo

Este tipo de plantas tiene en la parte superior un digestor de bolsa en el cual se almacena el gas, la entrada y la salida se encuentran en la misma superficie de la bolsa. Sus ventajas son bajo costo, fácil transportación, poca sofisticación de construcción, altas temperaturas de digestión, fácil limpieza, mantenimiento y vaciado.

Sus desventajas son su corto tiempo de vida, alta susceptibilidad a ser dañado, baja generación de empleo y por lo tanto limitado potencial de autoayuda (Noyola, 2001)

Ilustración 3: Biodigestor de globo



- 1.- Válvula de salida
- 2.-Almacenamiento de biogás
- 3.-Nivel de agua con materia orgánica

Fuente: www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo04.htm

Ilustración 4: Biodigestor de globo



Fuente: www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo04.htm

8.7.2. Mantenimiento

Estos biodigestores pueden tener una durabilidad de 20 años, en el caso de presentarse rupturas de éste pueden ser fácilmente reparadas del mismo material del biodigestor usando un adhesivo fuerte, la parte reparada debe permanecer seca hasta su endurecimiento por completo. Cuando se necesita el metano sólo se ejerce una pequeña presión sobre la bolsa de almacenamiento moviendo de esta forma el biogás a donde se necesita. (Manilla Perez, 2000)

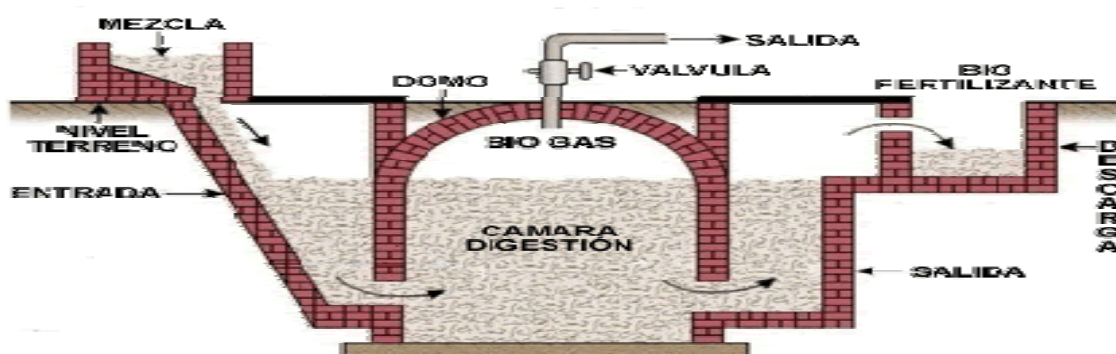
8.7.3. Biodigestor tipo chino

Las plantas de domo fijo consisten en un recipiente fijo e inmóvil para gas, que se coloca en la parte superior del digestor. Cuando comienza la producción de gas, la mezcla se desplaza hacia el tanque de compensación. La presión del gas aumenta, el aumento de volumen del gas almacenado y con la diferencia de altura entre el nivel de la mezcla en el digestor y el nivel de la mezcla en el tanque de compensación.

a) Ventajas: costos de construcción relativamente bajos, larga vida útil. La construcción subterránea ahorra espacio y protege al digestor de cambios de temperatura; además su construcción implica la creación de fuentes de empleo.

Las principales desventajas son los frecuentes problemas con la permeabilidad para gases del recipiente de ladrillos para el gas (una pequeña fractura en el recipiente superior puede causar altas pérdidas de biogás). Por lo tanto, las plantas de domo fijo, sólo son recomendables cuando la construcción puede ser supervisada por técnicos experimentados de biogás. La presión del gas fluctúa dependiendo sustancialmente del volumen del gas almacenado. (Manilla Perez, 2000)

Ilustración 5: Esquema de un biodigestor de domo fijo



Fuente: <http://www.energianatural.com.ar/biogas02.htm>

Ilustración 6: Biodigestor fijo en construcción.



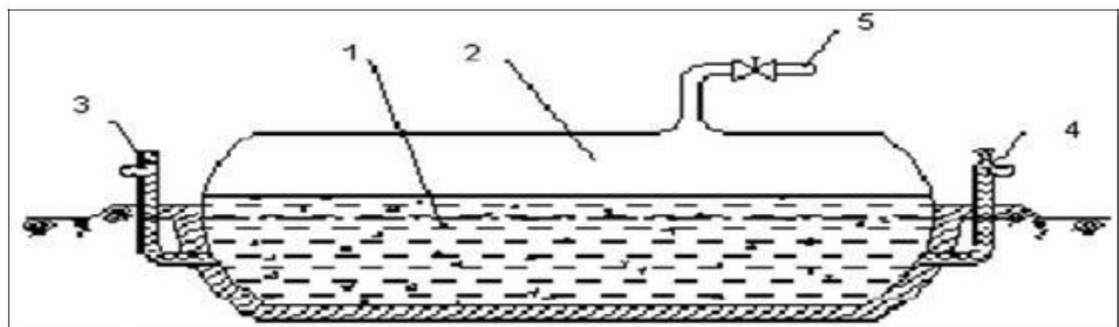
Fuente: <http://www.energianatural.com.ar/biogas02.html>

8.7.4. Digestor anaeróbico tubular de polietileno

A través de los años los materiales se han ido desarrollando y hoy en día las comunidades que usan este tipo de digestor lo hacen con material plástico. Posibles materiales para su construcción son el polietileno y el PVC (geo membrana), siendo el último más resistente pero también más caro por lo que generalmente se hacen de polietileno. En el digestor anaerobio tubular de polietileno, también conocido como digestor “modelo taiwanés”, la construcción y la mano de obra son fáciles y es de bajo coste ya que los materiales son muy sencillos. (Pedraza, Chará, Conde, Giraldo, & Giraldo, 2002)

Ilustración 7: Digestor anaerobio tubular de polietileno

1. Digestor 2. Contenedor de biogás 3. Entrada



Fuente: (Sciolo, 2015)

8.7.5. Ventajas y desventajas de los biodigestores

Tabla 5: Ventajas y desventajas de los biodigestores

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es un proceso simple y sencillo de operar.	Emisión de olores desagradables (H ₂ S).
Constituye una fuente de energía alternativa (CH ₄).	Lento proceso de arranque y por ello largos periodos para estabilización (inóculos).
Permite la aplicación de elevadas cargas orgánicas (superiores a 30 kilogramos DQO/m ³ .d).	Sensibilidad a bajas temperaturas, al cambio brusco de pH y a la presencia de oxígeno disuelto.
Son instalaciones compactas que demandan poco espacio.	Calidad de efluentes inferiores a los procesos aeróbicos.
Aplicable en pequeña, mediana y gran escala, para residuos industriales y domésticos.	La agresividad de algunos subproductos que demandan atención en la protección de las estructuras (corrosión).

Fuente: (Mass, 2013)

8.7.6. Cuidado, manejo y mantenimiento del biodigestor

- Debe ser protegido mediante una cerca con malla para que pueda ser protegido de todo tipo de animales.
- Colocar un techo para prolongar la vida útil del plástico al disminuir el impacto de los rayos solares.
- Impedir la entrada al biodigestor de materiales como arena, cemento, piedra, trozos de madera, hojas o tallos, ya que pueden formar una capa superficial que puede disminuir el espacio útil y la eficacia del proceso.

8.7.7. Tipos de Biodigestores de sistema de flujo semi continuo

8.7.7.1. Biodigestor Chino

Este tipo de digestor es de construcción de ladrillos, piedra u hormigón a diferencia del indio que contiene partes móviles, el digestor chino es fijo y la carga de materia prima para la producción de biogás puede ser a diario.

8.7.7.2. Biodigestor de estructura flexible

Es un Biodigestor tubular prefabricados de geomembrana PVC, desarrollados para una instalación rápida y de bajo costo, aunque su tiempo de vida es relativamente corto de aproximadamente 5 años.

8.7.7.3. Biodigestor Indio

Se compone de un digestor en forma de bóveda esférica o cilíndrica y un depósito de gas móvil en forma de campana flotante, este tipo de campana puede flotar directamente en la masa de fermentación o en un anillo de agua cilíndrico. Al momento que se acumula gas la campana sube luego de extraer el gas la campana desciende y con el propósito de evitar que la campana se ladee se construye un soporte de hierro como guía.

8.8. El biogás

El denominado biogás es una mezcla gaseosa que se obtiene de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y cuyos principales componentes son el metano (55-65%) y el anhídrido carbónico (35- 45%) y en menor proporción, nitrógeno, (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0- 1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas) que se producen como resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia de aire por la acción de un microorganismo.

$C_6H_{12}O_6 \Rightarrow 3 CO_2 + 3CH_4 + 34.4 \text{ calorías.}$ (MONTES CARNONA, 2008)

8.8.1. Características del biogás

El biogás es un producto gaseoso de la digestión anaerobia de compuestos orgánicos, su composición depende del sustrato digerido y el tipo de tecnología utilizada. La composición promedio es como sigue:

- ✓ 50-70% de metano (CH₄)
- ✓ 30-40% de anhídrido carbónico (CO₂)
- ✓ ≤ 5% de hidrogeno (H₂), ácido sulfhídrico (H₂S) y otros gases.

Debido a su alto contenido en metano, tiene un poder calórico poco mayor que la mitad del poder calórico del gas natural. (Bermúdez, 2003)

Tabla 6: Relación Temperatura-Tiempo para producción de biogás.

Temperatura	Tiempo de duración
Menor de 18°C	20 a 30 días
De 18 a 24 °C	15 a 20 días
Mayor de 24°C	10 a 15 días

Fuente: Lic. Stanziola, I. 2006.

8.8.2. Potencialidades del uso de suero para producción de biogás

Alta producción de biogás La producción de biogás se puede estimar teóricamente, con el índice de 0,35 m³ de CH₄ por cada kg de DQO, destruido dentro de un biodigestor (Speece, 2008). En este caso, 1.000 L de suero podrían estar generando 36 m³ de biogás, con 65% de metano, lo que equivale a 22 L de gasolina, aproximadamente). Algunos estudios de (Erguder, Tezel, Guven, & Demirer, 2001), respectivamente, han reportado en la práctica 20 a 35 m³ de biogás, por cada 1.000 L de suero, utilizando digestores de flujo ascendente. Comparando el suero con excreta de vaca, una finca con 50 animales en ordeño, podrían producir el equivalente en biogás, a una quesera que produce 23 kg de suero al día. Para esto, se requieren alrededor de 180 a 200 L de leche, que lo podrían aportar 13 vacas en ordeño. Por tanto, el suero tiene mucho potencial para producción de biogás. (Viquez Arias, 2012).

9. HIPÓTESIS

El diseño de una planta de generación de biogás a través de la reutilización del lacto suero, posibilitara la disminución del consumo de los portadores energéticos en la empresa “APRODEMAG”

VARIABLE INDEPENDIENTE

Generación de biogás.

VARIABLE DEPENDIENTE

Las necesidades térmicas y eléctricas para la generación de electricidad con el lacto suero en la empresa “APRODEMAG”

VARIABLES INTERVINIENTE

Control de temperatura eficiente para el proceso

PH durante el proceso de fermentación

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Tipos de investigaciones utilizadas

10.1.1. Observación visual

Se utiliza para la identificación de cada uno de los procesos de la empresa, medición de espacios para el diseño de la planta de biogás en el lugar adecuado y para la toma de datos de volumen de la producción diaria de lacto suero

10.1.2. Investigación descriptiva

Se utiliza para relacionar el consumo de todos los portadores energéticos en todas las etapas de la producción industrial que tiene la planta láctea y para la descripción del proceso de fermentación del lacto suero de forma anaerobia con el fin de obtener biogás.

10.1.3. Investigación Experimental

Se utiliza para la determinación de la composición físico química del lacto suero, estableciendo la relación de sus componentes con la posibilidad de obtención de biogás dependiendo del aporte de carbono, nitrógeno e hidrogeno que posea.

Se aplican técnicas experimentales para la caracterización de la materia prima

10.1.4. Investigación de campo

Para para la determinación de lugar adecuado de la 'planta de biogás y su relación con los demás procesos que se realizan en la industria así como la posibilidad de incorporar esta forma de energía alternativa a los procesos de mayor consumo energético.

10.1.5. Investigación explicativa y descriptiva

Para la descripción de los procesos que se realizan dentro de la planta láctea dando a conocer los parámetros de control de equipos y su funcionamiento así como el consumo energético.

Investigación explicativa, ecuaciones de cálculo.

Para explicar cada uno de los métodos de cálculo y sus resultados así como los empleados, para la determinación en la composición físico química del subproducto a utilizar para la generación de biogás

10.2. Métodos utilizados

10.2.1. Métodos teóricos de investigación

10.2.2. Método inductivo - deductivo

Se utilizó para la caracterización energética de la planta láctea, el análisis de cada uno de sus procesos y su relación con la producción de la industria en general.

10.2.3. Método de análisis y síntesis

Para la hacer la selección del biodigestor apropiado acorde a las condiciones existentes en la planta láctea y para valorar los resultados de cálculo efectuados con la aplicación de ecuaciones que dio como resultado el volumen de biogás que puede ser generado en el biodigestor seleccionado.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

11.1. Características generales de la empresa “APRODEMAG”

De acuerdo con el croquis tal como se puede observar la ilustración 7, para llegar a la planta se puede acceder por las siguientes vías que llevan al sector San Elías que es donde está ubicada la planta APRODEMAG.

Ilustración 8: Croquis de localización de la planta



Fuente: Google Maps

11.1.2. Vías de acceso

- Vía 1.- La vía de acceso principal es la que recorre la ruta Novacero-Mulaló- Macaló Grande. El estado de esta vía es regular. Con tramos de empedrados y otras zonas con baches, pozos de agua y lodo debido al invierno.
- Vía 2.- adicionalmente cuenta con otra vía de acceso que recorre la ruta La Ciénega-San Agustín del Callo – Mulaló. El estado e esta vía son regular, con ciertas zonas lodosas por las lluvias Frecuentes y el recorrido son mayor.

11.2. Servicios básicos disponibles:

Energía eléctrica: en cuanto al servicio, la planta cuenta con una conexión de red pública, y además hay otra toma cercana a cien metros de distancia, el proveedor es la Empresa eléctrica Ambato SA, no obstante recientemente el medidor sufrió daños hasta quemarse por lo que se optó por realizar una conexión directa.

Agua: cuenta con una conexión de agua subterránea de alta presión, que puede ser aprovechada en los procesos productivos. Adicionalmente posee conexión a la red pública cuyo proveedor es la empresa Municipal de agua potable y alcantarillado de Ambato.

11.3. Tamaño de la planta

Actualmente la planta cuenta con una infraestructura construida de 68,75 metros de largo y 27,67 metros de ancho, es decir 19000,94 metros cuadrados de superficie. La distribución de las áreas productivas.

11.4. Proveedores de materia prima

La empresa cuenta con 2 proveedores y 2 camionetas para el transporte de leche. La capacidad de las camionetas es de 1200 y 1600 litros de leche, respectiva mente, en ellas se mantiene a una temperatura de 25° C para evitar que se dañe el producto.

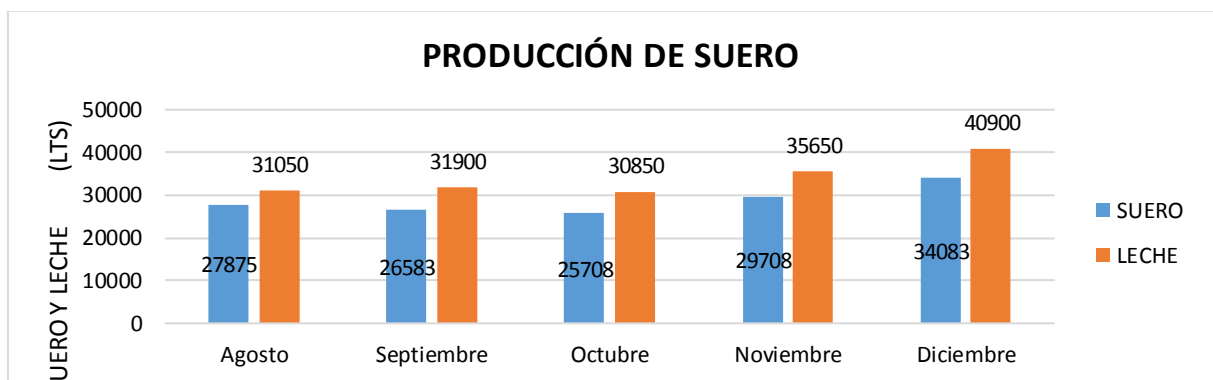
Del total de la leche que ingresa a planta de producción (1319 litros diarios).

Como resultado de la elaboración del queso se genera un subproducto conocido como lacto suero o suero lácteo, que constituye entre un 80 % y 90 % del total de la leche (Remón, 2016).

La empresa APRODEMAG cuenta dos tanques de almacenamiento de 5000 litros los cuales el 80 % del lacto suero es vertidos a los terrenos aledaños, lo que ocasiona la contaminación del suelo y del agua del lugar y el porcentaje restante que el 20 % es utilizado para la alimentación de cerdos, en el ANEXO A se puede observar la producción de lacto suero diario.

Se realizó un estudio del volumen de lacto suero del proceso de elaboración de queso en la APRODEMAG durante los meses agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre con el objetivo de tener un valor referencia de la cantidad que se desecha del subproducto con efectos contaminantes para el medio ambiente, los resultados obtenidos indican que el mes de mayor volumen de lacto suero fue diciembre con un valor promedio de 1099 L/día, estos resultados se observa en la ilustración 9 y la tabla de valores en el ANEXO A

Ilustración 9: Promedio de volumen de lacto suero por mes



RELIZADO POR LOS AUTORES

11.5. Diagrama de procesos flujo

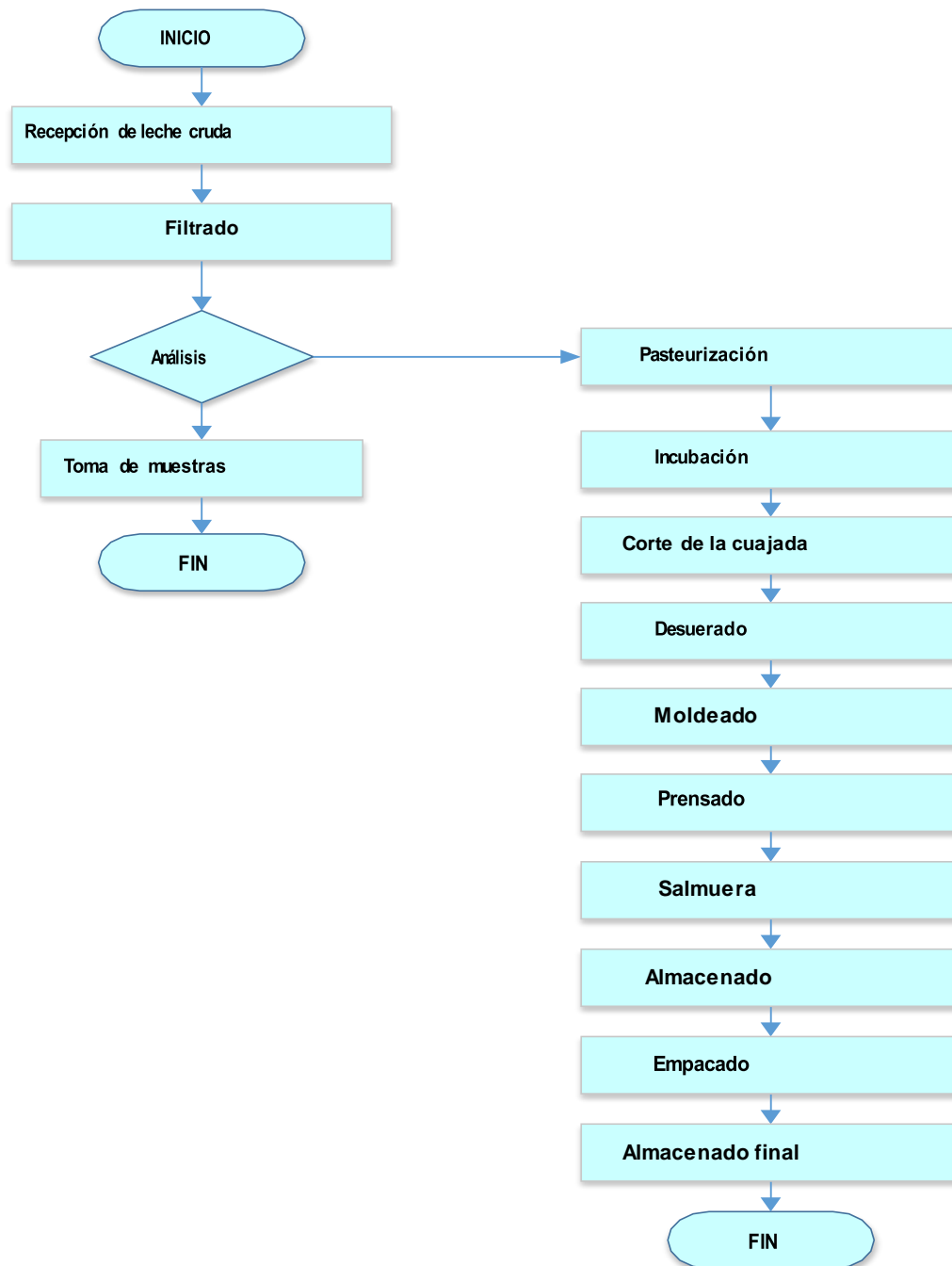
APRODEMAG produce varios productos derivados de la leche como distintos tipos de queso y yogurt en la ilustración numero 10

Ilustración 10: Productos producidos por APRODEMAG



En el siguiente diagrama de procesos se puede observar el proceso para la elaboración de queso en la empresa APRODEMAG.

Ilustración 11: Diagrama actual para el proceso de producción de queso fresco.

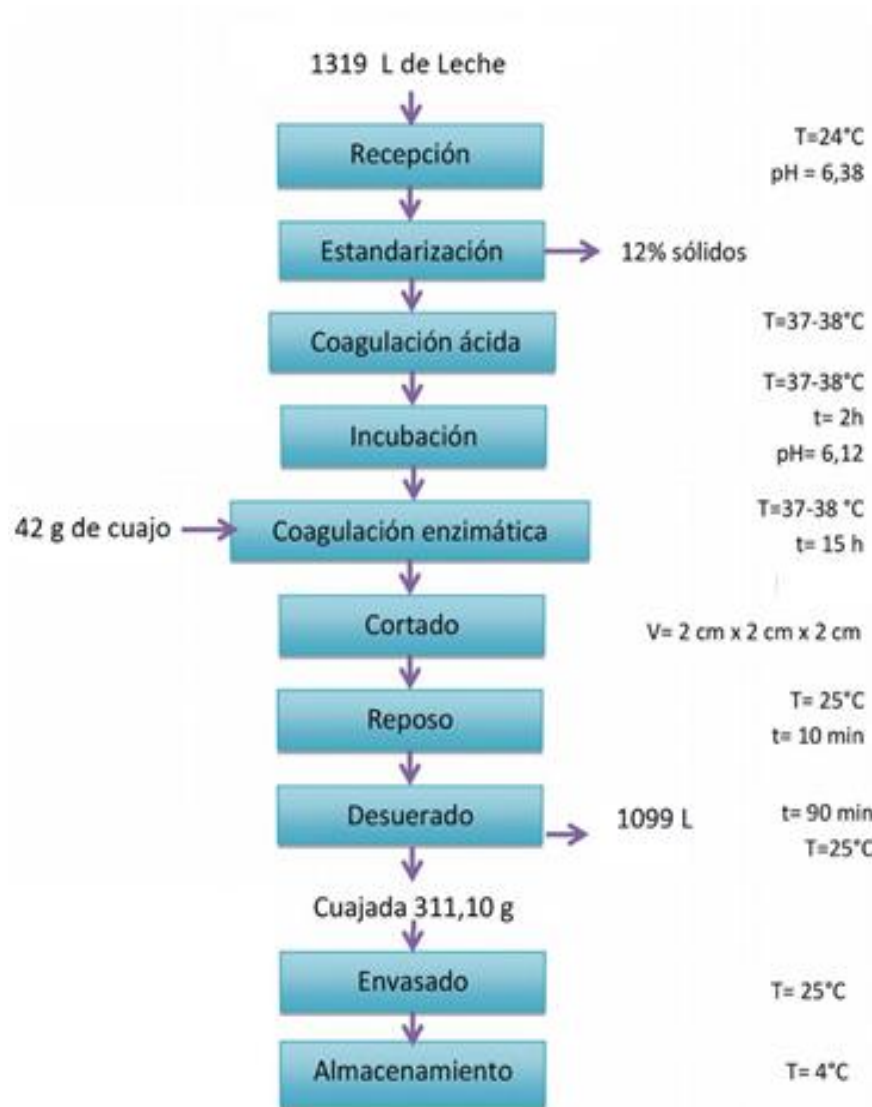


Fuente: APRODEMAG

11.6. Diagrama de volumen y masa

Para la elaboración del diagrama de volúmenes y masa se tomó en cuenta que la empresa APRODEMAG utiliza 1319 L/día de leche para la elaboración de queso dando como resultado 132 kg de queso y de residuo (lacto suero) de 1099 l/día.

Ilustración 12: Diagrama de volumen y masa



RELIZADO POR LOS AUTORES

11.7. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL LACTO SUERO

12.1.11.7.1. Obtenido de la producción de queso fresco y maduro

Los resultados experimentales se obtuvieron en la Universidad Central del Ecuador según se representa en el ANEXO E

Con el fin de obtener biogás a partir del subproducto lacto suero se analiza a continuación la relación de la composición físico química de los dos tipos de lacto suero obtenido en la empresa APRODEMAG, la toma de muestras y los métodos empleados para su determinación.

11.7.2. Toma de las muestras

Se tomaron dos muestras de lacto suero, una que proviene de la fabricación de queso fresco y la otra de queso maduro en la fábrica APRODEMAG, para conocer cuál de los dos tipos de lacto suero aportan más cantidad de carbono y nitrógeno para la obtención de biogás, ambas se conservaron a temperatura de 4°C, se trasladaron al laboratorio de la Universidad Central de Quito y los análisis experimentales que se iniciaron a las 3 horas de su recolección.

11.7.3. Descripción del método experimental para la determinación de proteínas

El análisis de proteína cruda de ambas muestras se hizo aplicando el método digestión en bloque, que se basa en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado entre 400°C-420°C en presencia de catalizadores metálicos para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoníaco, el cual queda en solución en forma de amoníaco. El digerido una vez alcalinizado se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es recogido sobre ácido bórico y cuantificado por titulación con ácido clorhídrico estandarizado.

Análisis de resultados

Los valores de proteína obtenidos por el método descrito son de 1.28 % para el lacto suero derivado del queso fresco y 1.15 % para el que se obtiene del queso maduro, son considerados altos en proteínas si comparamos la serie de resultados experimentales de referencia de la tabla 1.

11.7.4. Descripción del método experimental para la determinación de grasas

Los constituyentes grasos de los alimentos son diversas sustancias lipídicas, puede ser extraído con disolventes no polares, se separan por hidrólisis, la materia soluble extraída de muestras secas por un tratamiento en etapas con solvente éter dietílico una inmersión y una fase de lavado. El solvente se recuperó por condensación extrayendo el material soluble, la grasa cruda se determinó por pesada luego de ser secado.

Análisis del resultado

El contenido de grasa obtenido en la determinación experimental del lacto suero es de 0.92%, este valor porcentual es mucho más elevado que el de los autores citados en la tabla, por lo que puede reflejar cierta falta de optimización del proceso de producción de queso.

Ilustración 13: Características del lacto suero

Características	a	b	c	d	e	f	g	h
Humedad	93,00	93,00	93,20	93,15	93,1	93,15	93,38	93,15
Materia Seca	5,90	6,70	6,80	6,56	-	5,95	6,62	6,37
% Proteína	0,90	0,90	0,90	0,72	0,90	0,90	0,86	0,87
Grasa	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,23

a -Lambert; b -Whittier y Webb; c -Webb y Johnson; d -Davis;
e -Academic Press; f -Fleishmann; g -Konning; h -Berry

Fuente: (Batchmann, 2013)

11.7.5. Descripción del método experimental para la determinación de pH

La medición experimental de pH se realizó mediante la determinación del potencial eléctrico entre los electrodos de vidrio y de referencia, se utilizaron equipos comerciales estandarizados con disoluciones buffer de pH 4 y 7. Como la disolución evaluada es líquida se tomó una porción en un vaso de precipitado, se sumergió el electrodo en la muestra hasta que se estabilizara unos minutos y se realizó la lectura. La operación se repitió tres veces más para disminuir las posibilidades de errores experimentales.

Análisis de resultados

Los resultados de pH en el lacto suero que proviene del queso fresco fue de 5,86 considerado como ligeramente ácido, sin embargo en el lacto suero que proviene del queso maduro es de 6,25, con tendencia a la neutralidad.

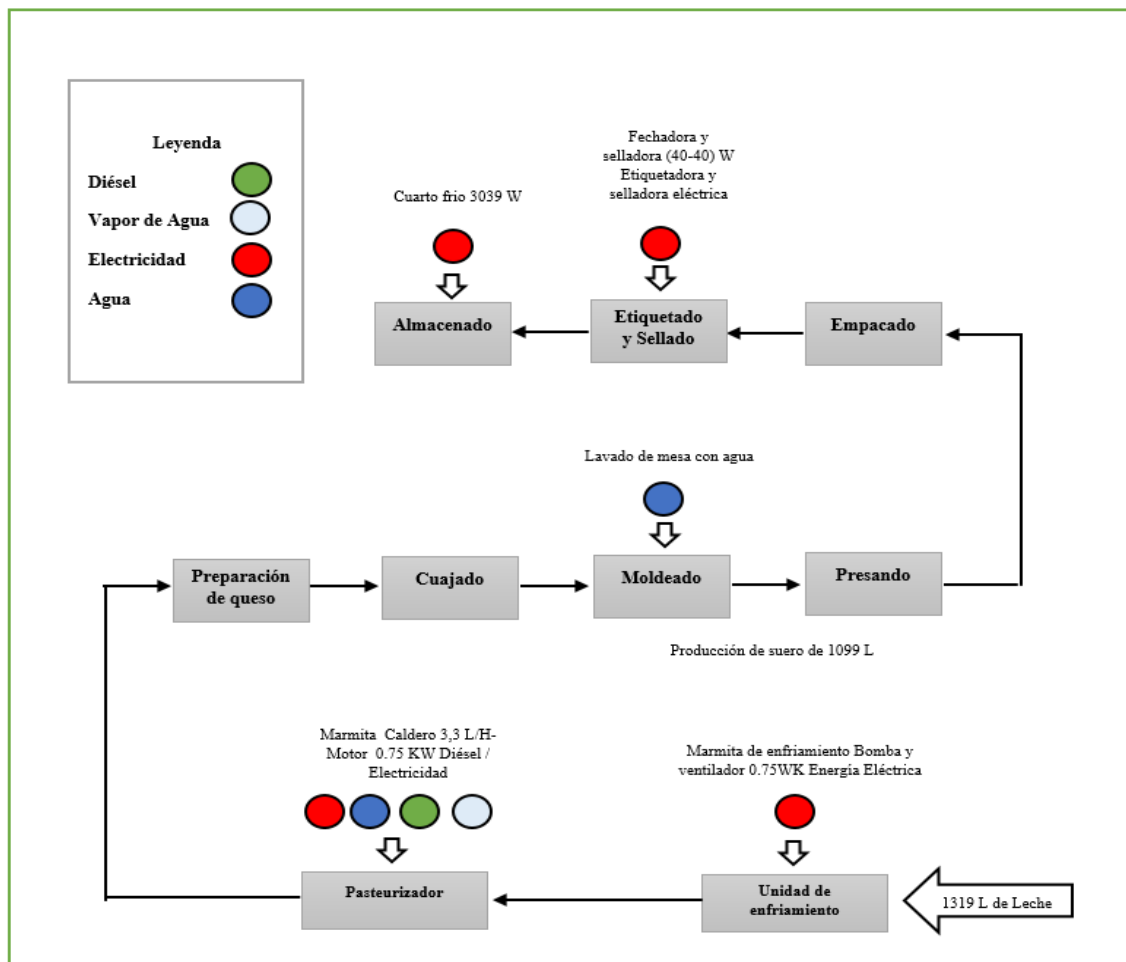
11.7.6. Descripción del método experimental para la determinación de sólidos totales y carbohidratos.

Los carbohidratos son biomoléculas que también toman los nombres de hidratos de carbono, glúcidos, azúcares o sacáridos, están en la composición del lacto suero y dentro de ellos el que más se destaca es la lactosa, componente mayoritario después del agua y representa alrededor del 70% de los sólidos totales.

Los análisis experimentales de los dos tipos de lacto sueros analizados respecto a la cantidad de carbohidratos se obtuvo los siguientes resultados, 4,87 % para el derivado del queso fresco y 4.53 % para el que procede de la fabricación de queso maduro. Estos valores se encuentran en el rango establecido si lo comparamos con valores referenciales encontrados en tabla de la composición nutricional del lacto suero en <https://www.yazio.com>.

11.8. Diagrama energético productivo

Ilustración 14: Diagrama Eléctrico Productivo



RELIZADO POR LOS AUTORES

En la ilustración 13 se puede observar la el diagrama energético productivo de la empresa APRODEMAG detectando que el mayor consumo energético que tiene la planta es de electricidad simbolizada en el esquema con un circulo de color rojo, teniendo en el esquema cuatro puntos de consumo, siendo el punto de mayor consumo en el cuarto frio de la planta.

Los puntos azules representan el consumo del agua en el proceso de elaboración de queso, puntos de color celeste representa el uso de vapor que en este caso es para el calentamiento de marmitas y los puntos de color verde representa el consumo de diésel para la caldera, el mismo que la empresa hace su adquisición dos veces por semana teniendo un gran gasto en la compra de este suministro indispensable en el proceso de elaboración de queso.

11.9. Necesidades energéticas de la empresa “APRODEMAG”

El consumo energético se determinó en base a las planillas mensuales, al dividir el costo pagado entre el costo unitario de energía (0,09\$ por 1kWh)

El consumo de diésel se determinó en base a las facturas proporcionadas por el gerente de la empresa en donde se denota que el galón de diésel se lo compra a 1.07\$, la misma que compra 43 galos de diésel a la semana.

El consumo de GLP se determinó mente la información del gerente, que la empresa gasta mensualmente 2,75\$ en cada cilindro de GLP.

Los documentos legales de los pagos efectuados por concepto de consumo de energía eléctrica y de diésel se pueden observar en el ANEXO B

11.10. Estructura de gastos de la empresa APRODEMAG Octubre 2018 - Diciembre 2018,

Los mismos que fueron proporcionados por dicha empresa, estos gastos incluyen: compra de materia prima, servicios básicos y salarios.

Mediante un diagrama de Pareto se establece el orden de relevancia de gastos de la empresa y de igual forma para dar importancia relativa a los diferentes gastos energéticos, los valores empleados para dicho diagrama se los puede observar en el ANEXO D

Una vez que se detecte donde existe un consumo elevado de energía eléctrica, se podrá determinar el área, proceso y equipo done existe un mayor consumo de energía eléctrica.

El área y equipos a evaluar fueron las siguientes:

- Enfriamiento de leche
- Pasteurización
- Área de producción

Criterios y requerimientos para el diseño y dimensionamiento del biodigestor

Para el diseño y dimensionamiento del biodigestor se tomara en cuenta los siguientes criterios y requerimientos

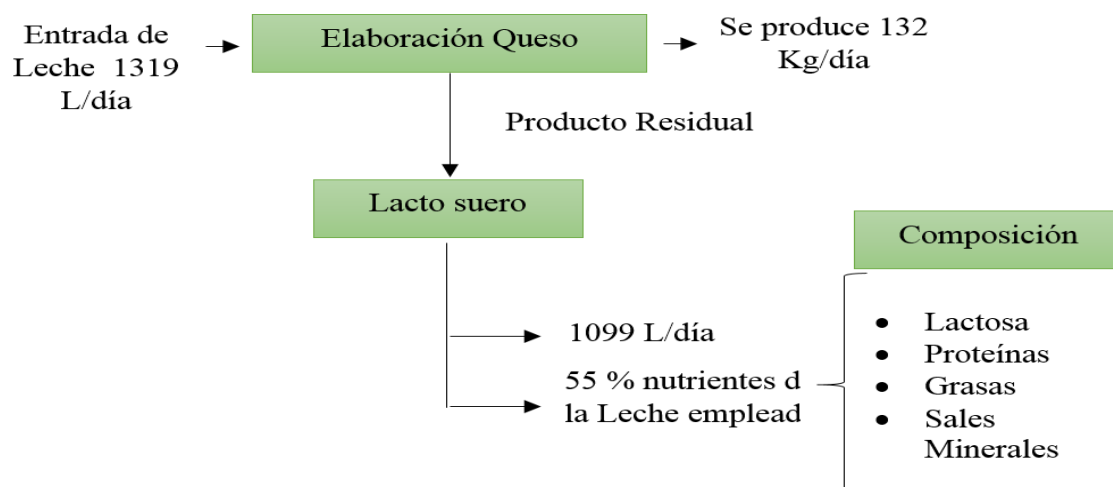
11.11. Requerimientos para el diseño y dimensionamiento del biodigestor

12.2.11.1.1. Cantidad de suero lácteo producido

Para estimar la cantidad de lacto suero que genera al día la empresa APRODEMAG se elaboró un registro en el cual se da a conocer la cantidad diaria de leche o materia prima que ingresa a la planta, la cual es procesada para dar como producto final el queso, teniendo como residuo el lacto suero, los valores antes mencionados se los puede observar en el ANEXO A.

En la ilustración 15 se muestra la producción diaria de lacto suero tomando en cuenta la entrada de leche diaria que es de 1319 L/día y la producción de queso es de 132 kg.

Ilustración 15: Valorización de residuos



RELIZADO POR LOS AUTORES

11.11.2. Necesidad de energía eléctrica de la empresa

La necesidad energética que tiene la empresa APRODEMAG, tanto eléctrica como calorífica es muy grande ya que estos dos factores energéticos son los dos más altos en costos como se lo menciono en el apartado 10.11.

11.11.3. Análisis de la disponibilidad física para la ubicación del biodigestor

Los principales factores que se deben tener en cuenta para una adecuada ubicación del biodigestor son (Caceres, 2011)

- Que la topografía del sitio permita la carga y descarga del sustrato por medio de gravedad.
- El lugar donde se ubicará el biodigestor y el alimentador debe encontrarse lo más cerca posible a la fuente de materia prima.
- Evitar el contacto directo con el manto del suelo.

Mediante los planos tomados se pudo conocer el lugar idóneo para la ubicación de la planta de producción de biogás, tomando en cuenta los espacios de trabajo y el proceso de producción de queso, los planos tomados de la planta se los puede observar en el ANEXO H .

11.11.4. Tiempo de Retención Hidráulica (THR) y Tasa de Carga Orgánica (OLR)

El volumen del biodigestor se debe adaptar a la cantidad de sustrato a alimentar y a la velocidad de degradación del sustrato. Por un lado los microorganismos deben tener un tiempo suficiente para realizar el proceso de degradación y, por otro lado, la concentración de la materia orgánica no debe ser de un nivel que permita la sobrealimentación de los microorganismos. Para garantizar un correcto equilibrio entre estos factores se utilizan dos parámetros para calcular el volumen del biodigestor: la Tasa Orgánica de Carga (OLR) y el tiempo de retención hidráulica (Batchmann, 2013).

La Tasa Orgánica de Carga (OLR) se define como la cantidad de materia seca volátil (VDM) introducida en el biodigestor, expresado en kilogramos de materia seca volátil por metro cubico por día ($\text{kgVDM}/\text{m}^3\cdot\text{día}$).

Ilustración 16: Tipos de Tasa de carga orgánica

Tipos de biodigestores	OLR (kg.VDM/m ³ .día)
Reactor Tipo Tanque Continuamente Agitado (CSTR)	2-3 * 4-5
Flujo de pistón	Hasta 10

*Para valores más altos de carga orgánica

Fuente: (Batchmann, 2013)

El Tiempo de Retención Hidráulico (THR) describe el periodo de tiempo teórico en el que los sustratos permanece en el biodigestor, el THR debe elegirse de forma tal que permita una degradación adecuada del sustrato sin aumentar el volumen del biodigestor.

Tanto la OLR como el THR hacen referencia al volumen efectivo del biodigestor, que es el volumen realmente disponible para los sustratos para obtener el volumen del biodigestor el espacio por encima del líquido requerido para el almacenamiento del gas.

Para la determinación del volumen del biodigestor se tomará un Tiempo de Retención Hidráulico de 10 días, en base a los resultados obtenidos por (Batchmann, 2013). En un biodigestor de una fase y con sustrato de lacto suero. Estos autores en estas condiciones (reactor de 1 fase y THR 10 días) obtuvieron, una remoción total de COD de 94,6 %, una concentración de metano de 67,6% y una producción de biogás de 0,35 L.CH₄/g. COD eliminado (Bermúdez, 2003) Por otra parte se asumirá una OLR de 3 kgVDM/m³.día.

11.12. Criterios para realizar el diseño y dimensionamiento del biodigestor

El diseño de la planta de biogás se realizará según los siguientes parámetros:

11.13. Tipo de biodigestor

Para la elección del biodigestor que mejor se adapte a las necesidades de la empresa se tomaran en cuenta los siguientes parámetros:

- Costos y complejidad de construcción
- Disponibilidad de espacio físico
- Facilidad de limpieza

Para la selección de tipo de biodigestor solo se tendrá en cuenta los sistemas semi continuos la producción de la empresa es fluctuante.

Dentro de los sistemas semi continuos existen dos tipos Hindú y Chino para la elección de la mejor opción para la empresa, se dará una ponderación de 1 a 4 a los parámetros anteriores especificados, tal como se muestra en la Ilustración

Ilustración 17: Cuadro de valores de ponderación

Valores de ponderación	
1	Muy Bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto

Fuente: (Cuasque K, 2017)

11.14. Temperatura de operación

La empresa APRODEMAG se encuentra a una longitud $0^{\circ}43'32.5''S$ y la latitud S $78^{\circ}38'20.8''W$, a una altura de 3.101 metros sobre el nivel del mar. Debido a estas condiciones la temperatura mínima promedio es de $6^{\circ}C$ y la máxima es de $15^{\circ}C$. (map.net, 2018)

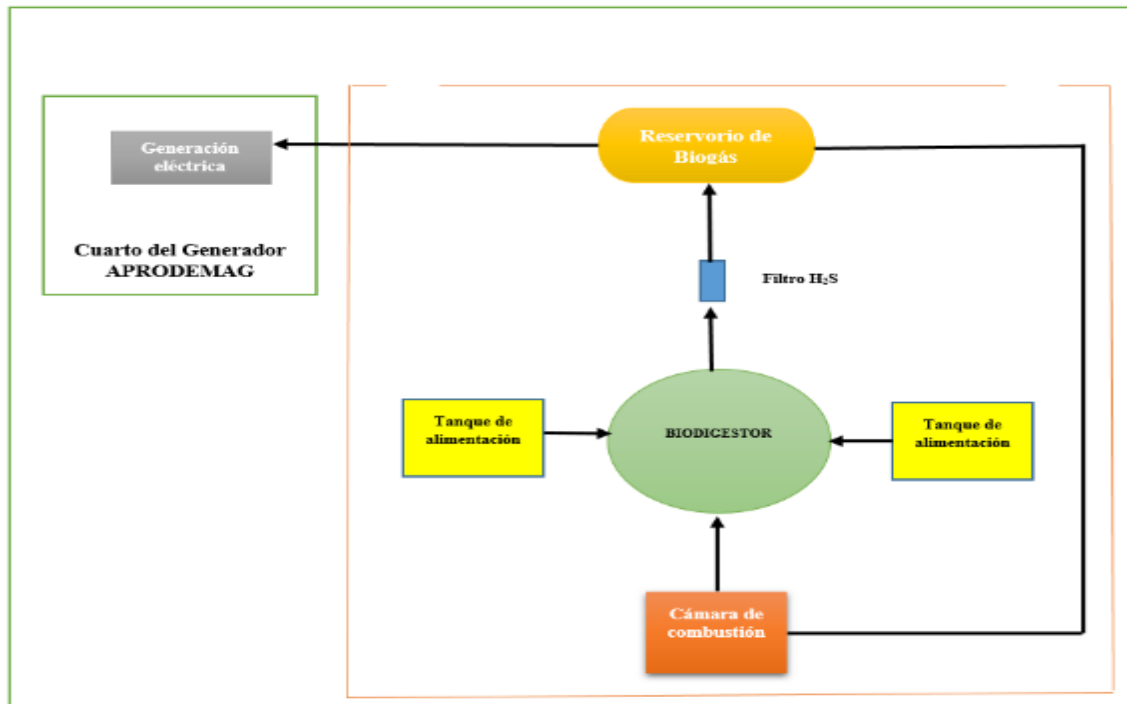
La temperatura de operación es un parámetro muy importante para el diseño del biodigestor, tal como se analizó en el aporte de 8.6. En dependencia de la temperatura de operación existen 3 tipos de digestión (psicofísica, Mesofilica y termofilica). A temperaturas más altas la velocidad de degradación de la materia orgánica es más rápida y, por lo tanto, el tiempo de retención es menor al igual que el volumen del biodigestor. Teniendo en cuenta las bajas temperaturas predominantes en la parroquia Mulalo, para el diseño del biodigestor se tendrá en cuenta los siguientes criterios. (Deublein D., 2008)

11.15. Diseño y dimensionamiento del biodigestor

11.15.1. Dimensionamiento del biodigestor

Mediante las siguientes ecuaciones se podrá determinar las dimensiones y la producción de biogás que se obtendrá del biodigestor a diseñarse, mediante la ilustración 18 se muestra el funcionamiento de la planta de biogás.

Ilustración 18: Funcionamiento de la planta de biogás



RELIZADO POR LOS AUTORES

11.16. Ecuaciones requeridas para el diseño y dimensionamiento del biodigestor

11.16.1. Volumen del tanque de alimentación

El volumen del tanque de alimentación de suero lácteo se calcula a través de la siguiente ecuación (Campos Cuní, 2011)

Ecuación 1: Volumen del tanque de alimentación

$$V_{TA} = V_{LD} * 1,5$$

Donde:

V_{TA} : Volumen del tanque de alimentación (m³)

V_{LD} : Volumen total de lacto suero generado en un día (m³)

El valor de 1,5 constituye un factor de seguridad para prevenir salpicaduras, derrames y facilitar la homogenización de sustrato antes de entrada al biodigestor.

11.16.2. Volumen de sustrato

El cálculo del volumen del sustrato se realiza mediante las ecuaciones 2, 3 y 4 se tomara el mayor valor resultante:

- a) A partir del tiempo de retención hidráulico (Batchmann, 2013)

Ecuación 2: Volumen de sustrato

$$V_{SB} = THR_x V_{LD}$$

Donde:

VSB: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor (m³)

THR: Tiempo de retención hidráulico (días)

VLD: Volumen diario de lacto suero generado (m³/día)

- b) A partir de la tasa de carga orgánica (Batchmann, 2013)

Ecuación 3: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor

$$V_{SB} = \frac{V_{LD} * DM * VDM}{OLR}$$

Donde:

VSB: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor (m³)

VLD: Volumen diario de lacto suero generado (kg/día)

DM: Materia seca (%)

VDM: Sólidos totales volátiles (% de VDM)

OLR: Tasa de carga orgánica (kg.VDM/m³.día)

c) A partir de la ecuación (Campos Cuní, 2011)

Ecuación 4: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor

$$V_{SB} = V_{LD} * THR$$

Dónde:

VS_B: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor (m³)

V_{LD}: Volumen diario de lacto suero generado (m³/día)

THR: Tiempo de retención hidráulico (días)

11.14.2.3. Volumen cúpula de gas

El volumen de la cúpula de gas se determina a través de la siguiente ecuación (Caceres, 2011)

Ecuación 5: Volumen de biogás

$$V_G = V_{SB} * P_{BL}$$

Dónde:

V_G: Volumen de biogás (m³)

VS_B: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor (kg)

P_{BL}: Producción de biogás del suero lácteo (m³/kg)

11.16.3. Volumen total del biodigestor

El volumen total del biodigestor constituye la suma del volumen del sustrato de carga y el volumen de la cúpula de gas (Basurto Cusme, 2017)

Ecuación 6: Volumen Total del Biodigestor

$$V_{TD} = (V_{SB} + V_G) * f_s$$

Dónde:

V_{TD}: Volumen Total del Biodigestor (m³)

VS_B: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor (m³)

V_G: Volumen requerido para biogás (m³)

F_s: Factor de seguridad (%)

Se tomó un valor de seguridad de 10% en base a la recomendación de (Beer, 2010)

11.16.4. Volumen del tanque de descarga

El volumen del tanque de descarga dependerá del volumen del efluente al digestor. El volumen de tanque debe tener como mínimo el mismo volumen que el tanque de alimentación. Para el presente trabajo se consideró el mismo volumen que el tanque de alimentación.

$$V_{Td} = V_{TA}$$

Dónde:

V_{Td}: Volumen de tanque de descarga (m³)

Producción de biogás

Ecuación 7: Producción de biogás

$$P_{BL} = \frac{(d_L * V_{SB})DM}{100} * \frac{VDM}{100} * P_{BL}$$

Dónde:

P_{BL}: Producción de biogás (m³/día)

V_{SB}: Volumen de sustrato alimentado al biodigestor (m³)

d_L: Densidad de lacto suero (kg/m³)

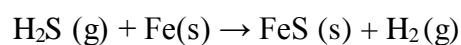
DM: Materia seca (%)

VDM: Sólidos totales volátiles (%)

P_{BL}: Producción de biogás del suero lácteo (m³ biogás/kg día)

11.16.5. Filtro para ácido sulfúrico

Para la eliminación del sulfuro de hidrogeno (H₂S) del biogás se utilizará un filtro de Hierro (Fe), de acuerdo a la siguiente reacción química:



La determinación de la masa de hierro requerida para el filtro se determinó a través del siguiente procedimiento.

a) Cálculo del ácido sulfúrico producido:

Ecuación 8: Litros de biogás por día

$$H_2S \text{ producido} = \frac{0,1\%}{100 \text{ L de biogas}} (v)$$

Dónde:

V: Litros de biogás por día (L)

b) Cálculo de número de moles:

Ecuación 9: Presión absoluta

$$PV = nRT$$

Dónde:

P: Presión absoluta (atm)

n: Volumen específico (mol)

R: Constante del gas (L.atm/mol.K)

T: Temperatura (K)

Despejando n:

Ecuación 10: Cantidad de kg de hierro requerido

$$n = \frac{PV}{RT}$$

a) Cantidad de kg de hierro requerido

Moles de ácido sulfúrico por 56 gr de fe

Ecuación 11: Hierro requerido

$$Fe_R = n * \frac{56g Fe}{1 mol H_2S}$$

Dónde:

Fe_R : Hierro requerido (kg Fe)

12. Altura de la Tubería para carga

Para calcular la altura donde se colocará las tuberías para añadir el sustrato al biodigestor se utilizará la ecuación (Basurto Cusme, 2017)

Ecuación 12: Altura de la tubería de carga de la biomasa

$$h = \frac{v}{\pi \cdot r^2}$$

Dónde:

h: Altura de la tubería de carga de la biomasa (m)

VSB: Volumen liquido del biodigestor (m³)

r: Radio del biodigestor (m)

Reservorio para gas

Para almacenar el biogás producido se utilizará una bolsa Hypalon de 5 metros de largo (l) por 2 metros de diámetro las especificaciones se pueden observar en el ANEXO D

El volumen que este podrá almacenar se da mediante:

Ecuación 13: Volumen de reservorio de biogás

$$V_B = \pi \times (r^2) \times l$$

Dónde:

VB: Volumen de reservorio de biogás

r: Radio (m)

l: Largo (m)

12.1. Generador Eléctrico

La empresa APRODEMAG cuenta con un generador eléctrico marca prest.n modelo PRG20L que se lo utiliza para la generación de electricidad por la falta de disponibilidad de la red de energía eléctrica en la locación e la planta de producción en la Figura xxx se puede observar dicho generador y en la Tabla 7 se muestran las especificaciones técnicas.

Como se aprecia en la Tabla 8, el motor trabaja con combustible diésel y puede ser adaptable a gas lo que permitirá el uso del biogás generado en el biodigestor. Por otra parte el tiempo máximo de uso se encuentra entre 8-12 horas por lo que permitirá funcionar durante la jornada diaria de 8 horas.

Ilustración 19: Generador Eléctrico prest.n



El generador cuenta con las siguientes características:

Tabla 7: Características técnicas principales del generador

GENERADOR ELECTRICO prest.n			
CARACTERISTICAS			
MODEL	PRG20L	NO.	1401125038
RATED POWER	20 KVA	RATE SPEED	1800 R.P.M
FREQUENCY	60 Hz	PHASE POWER FACTOR	3 / 0.8
RATED VOLTAGE	120/208 V	RATE CURRET	55.5 A
DATE	2014.01	NET WEIGHT	840 kg

REALIZADO POR LOS AUTORES

Tabla 8: Características principales del motor

Características	Descripción	Medida	Unidad de Medida
Motor	4TNV84T-GGE		
Factor de Potencia		0.8	
Combustible	Diésel / Adaptable a gas	3.3	L/h
Capacidad del tanque		40	L
Tiempo máx. de uso		8-12	H
Rpm		1800	
Eficiencia eléctrica		85	%
Arranque	Eléctrico	12.24	V
Eficiencia mecánica		60	%

RELIZADO POR LOS AUTORES

El generador se encuentra a un costado del lugar donde se almacena el suero lácteo.

La cantidad de energía eléctrica que se puede generar a partir de la producción de biogás diaria se determinara a través de la ecuación 14 (Fernandez Rodriguez, 2012) y los datos necesarios se muestra en la Ilustración 20:

Ilustración 20: Datos del generador

Parámetro	Medida	Unidad de medida
Poder calorífico del metano	35,7	MJ
% de metano en el biogás	60	%
Poder calorífico del biogás	21,4	MJ
Horas de funcionamiento	8	h
Eficiencia eléctrica	83,7	%
Eficiencia mecánica	60	%

Fuente:(Cuasque K, 2017)

Ecuación 14: Energía eléctrica generada

$$E_e kWh = \frac{P_{BL} * P_{CI} * \frac{Efe}{3.6kW}}{H_D}$$

Dónde:

Ee k Wh: Energía eléctrica generada (kW/día)

PBL: Producción de biogás (m³/día)

PC biogás: Poder calorífico del biogás (MJ/m³)

Efe: Eficiencia eléctrica (kW)

HD: Horas de funcionamiento al día (h/día)

12.3. Excavación

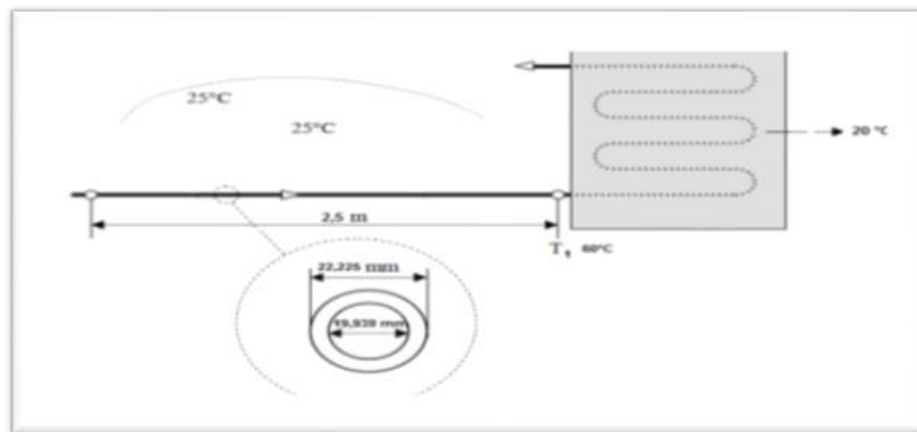
La excavación se puede realizar de forma manual o por medio de una pala mecánica, tomando de referencia un ángulo de inclinación de entre (45 y 60) ° para evitar el deslave de material

mientras se realiza el trabajo, para mantener la temperatura y aislar del piso mediante replantillo.

12.4. Intercambiador de calor

Para mantener una temperatura constante de 40°C, en el interior del biodigestor se implementará un intercambiador de calor tipo serpentín el cual circulará agua a 60°C para calentar el lacto suero de 20°C a 40°C. Para lo cual la Figura 15 servirá de guía se utilizará los datos del ANEXO D

Ilustración 21: Diagrama del diseño del serpentín para intercambio de calor



Fuente: (Cuasque K, 2017)

12.5. Serpentín para transferencia de calor

Para determinar las dimensiones del serpentín de calentamiento es necesario establecer primero las propiedades físicas del medio de calentamiento y del lacto suero que se desea calentar.

12.6. Propiedades físicas de medio de calentamiento

El medio de calentamiento que circulará por el serpentín es agua a la temperatura de 60°C, a continuación se muestra la Tabla 12 con las propiedades físicas del agua que se utilizarán para los cálculos del serpentín.

Tabla 9: Propiedades físicas del agua

PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA		
Propiedades	Medida	Unidad de medida
Temperatura	60	°C
Densidad	983,2	kg/m ³
Calor específico	4,181	kJ/kg°.C
Conductividad Térmica	0,00658	kJ/m°.C.s
Conductividad Térmica	0,569	W/m°C
Viscosidad	0,0047165	kg/m.s

Fuente: Adaptado de ((Huayamave Lainez, 2005)

En la tabla 9 se muestra las propiedades físicas principales del lacto suero

Ilustración 22: Propiedades físicas del lacto suero

PROPIEDADES FÍSICAS DEL LACTO SUERO		
Propiedad	Medida	Unidad de medida
Temperatura	20	°C
Densidad	1.026	kg/m ³
Masa del suero	1.421,01	kg
Calor específico	4,181	kJ/kg°.C
Conductividad Térmica	0,00658	kJ/m°.C.s
Conductividad Térmica	0,569	W/m°C
Viscosidad	0,0012	kg/m.s

Fuente: (Cuasque K, 2017)

Ilustración 23: Especifica las características del cobre.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL COBRE		
Propiedad	Medida	Unidad de medida
Conductividad térmica del cobre	399	W/m°C
Diámetro externo	0,022225	m
Diámetro interno	0,019939	M

Fuente: (Cuasque K, 2017)

12.7. Coeficiente individual de transferencia de calor

Para determinar el coeficiente individual de transferencia de calor se utiliza las ecuaciones siguientes según (Huayamave Lainez, 2005)

Ecuación 15: Coeficiente individual de transferencia de calor del agua en el serpentín

$$jH = \frac{h_i D_i}{k} * \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} * \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

Dónde:

hi: Coeficiente individual de transferencia de calor del agua en el serpentín (kJ/ m² °C s)

Di: Diámetro interno de la tubería del serpentín (m)

k: Conductividad térmica del agua (kJ/s m. °C)

Cp: Calor específico del agua (kJ/kg °C).

μ: Viscosidad del agua (kg/ m.s).

μ_w: Viscosidad del agua en las paredes del serpentín (kg/ m.s).

jH: Factor que se obtiene de la ANEXO D

Para encontrar el factor jH, es necesario encontrar primeramente el número de Reynolds, mediante la ecuación.

Ecuación 16: Diámetro interno de la tubería del serpentín

$$R_e = \frac{D_i G}{\mu}$$

Dónde:

Di: Diámetro interno de la tubería del serpentín (m).

μ: Viscosidad del agua (kg/ m.s)

G: Velocidad de masa (kg/ h m²)

Ya con los valores se despeja h_i y se obtiene:

Ecuación 17: coeficiente de transferencia individual de serpentín hio

$$h_i = jH * \frac{k}{D_i} * \left(\frac{k}{C_p \mu} \right)^{1/3} * \left(\frac{\mu_w}{u} \right)^{0.14}$$

Es necesario corregir el coeficiente de transferencia individual de serpentín hio.

Ecuación 18: Coeficiente individual del lacto suero contenido en el tanque

$$h_{io} = h_i * \frac{D_i}{D_o}$$

Dónde:

h_{io} : Coeficiente individual del lacto suero contenido en el tanque (kJ/ m² °C s)

Di: Diámetro interno de la tubería del serpentín (m)

Do: Diámetro externo de la tubería del serpentín (m)

Coeficiente global de transferencia de calor limpio y sucio

Para calcular el coeficiente global de transferencia de calor limpio y sucio se realizará mediante la ecuación (Huayamave Lainez, 2005)

Ecuación 19: Coeficiente global de transferencia de calor limpio y sucio

$$U_c = \frac{h_{io} * h_i}{h_{io} + h_i}$$

Ecuación 20: Coeficiente global de transferencia de calor sucio

$$\frac{1}{U_d} = \frac{1}{U_c} + R_f$$

Dónde:

Ud: Coeficiente global de transferencia de calor sucio (kJ/ m² °C s)

Uc : Coeficiente global de transferencia de calor limpio (kJ/ m² °C s)

hi: Coeficiente individual de transferencia de calor del agua en el serpentín. (kJ/ m² °C s)

Rf: Factor de ensuciamiento (W/m² °C s) se obtiene del ANEXO D.

11.14.3.4. Calor requerido para calentar el suero lácteo

Para calcular el calor requerido para calentar el suero se utilizará la ecuación (Huayamave Lainez, 2005)

Ecuación 21: Calor requerido para calentar el suero lácteo

$$Q = m C_p \Delta T$$

Donde:

Q: Calor requerido para calentar el suero lácteo (kJ/h)

m: Masa del lacto suero (kg)

Cp: Calor específico del agua (kJ/kg °C)

ΔT: Variación de temperatura (°C)

11.14.3.5. Diferencia de temperatura

Para conocer la variación de temperatura se calculara mediante la ecuación logarítmica siguiente (Huayamave Lainez, 2005)

Ecuación 22: Diferencia logarítmica de temperatura

$$MLDT = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}}$$

Dónde:

MLDT: Diferencia logarítmica de temperatura (°C).

12.8. Área del serpentín

Para calcular el área del serpentín se tiene la ecuación (Huayamave Lainez, 2005)

Ecuación 23: Calor requerido para calentar el suero lácteo

$$Q = U_d A \Delta T$$

Despejado el área se obtiene:

Ecuación 24: Área del serpentín

$$A = \frac{Q}{U_d \Delta T}$$

Dónde:

A: Área del serpentín (m²)

Q: Calor requerido para calentar el suero lácteo (KJ)

U_d: Coeficiente global de transferencia de calor sucio (kJ/ m² °C s)

ΔT: Variación de temperatura (°C)

12.9. Número de vueltas del serpentín

Para calcular el número de vueltas que debe tener el serpentín para cumplir con los requerimientos hay que conocer la longitud que debe tener (Huayamave Lainez, 2005)

Ecuación 25: Longitud de una vuelta del serpentín (m)

$$L_c = \pi D_o$$

Dónde:

L_c: Longitud de una vuelta del serpentín (m)

D_o: Diámetro del serpentín (m)

Conocida la longitud se debe calcular el área de transferencia de calor de la longitud de entrada y salida mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 26: Longitud de entrada + longitud de salida

$$A_L = \pi D_o L_{lo}$$

Dónde:

Lio: Longitud de entrada + longitud de salida (Se asume que es de 2,5 metros)

Con los valores obtenidos se reemplaza en N_k .

Ecuación 27: Pérdidas de calor a través de la tubería

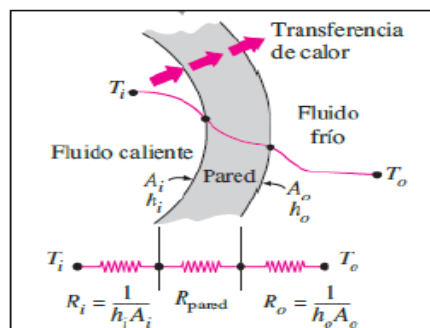
$$N_k = \frac{A - A_L}{\pi D_o L_c}$$

12.10. Pérdidas de calor a través de la tubería

Para realizar los cálculos de la pérdida de calor que existe en la tubería de cobre, se debe conocer las propiedades físicas del cobre especificadas en el ANEXO D.

Se debe conocer las resistencias totales del fluido que atraviesa por la tubería, (Convección), cuando atraviesa la pared de la tubería (Conducción) y al llegar al fluido frío (Conducción), como se muestra en la Figura 16 (Cuasque K, 2017).

Ilustración 24: Diagrama de resistencia térmica



Fuente: (Yunus A. Cengel, 2011)

Con la ayuda de la ecuación (Yunus A. Cengel, 2011)

Ecuación 28: Resistencias térmicas totales

$$R_T = \frac{1}{\pi D_i L_T h_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_o}{D_i}\right)}{2\pi k_T k} + \frac{1}{\pi D_o L_T h_o}$$

Dónde:

RT: Resistencias térmicas totales (°C/W)

hi: Coeficiente de convección tubería interna (kJ/ m² °C s)

ho: Coeficiente de convección tubería externa ((kJ/ m² °C s))

LT: Longitud total del serpentín (m)

k: Conductividad térmica del cobre (W/m°C)

Reemplazando el valor obtenido en la ecuación (24) se obtiene la pérdida de calor para elevar la temperatura de 20°C a 40°C:

Ecuación 29: Pérdida de calor

$$Q = \frac{\Delta T}{R_T}$$

Dónde:

Q: Pérdida de calor (kJ)

ΔT: Variación de temperatura (°C)

RT: Resistencias térmicas totales (°C/W)

12.11. Tiempo que tomará en calentar el sustrato del biodigestor

Con los datos de las Tablas 12, 13 y 14 se puede encontrar el tiempo que tomará calentar el sustrato del biodigestor (lacto suero) 40°C requeridos.

Ecuación 30: variación de temperatura

$$Q_{int}\Delta t = mC_p\Delta T$$

Despejando la variación de temperatura se tiene:

Ecuación 31: Tiempo requerido para calentar sustrato

$$\Delta t = \frac{mC_p\Delta T}{Q_{int}}$$

Dónde:

Δt : Tiempo requerido para calentar sustrato (s)

V_{SB} : Masa del biodigestor (kg)

C_p : Calor específico del lacto suero (kJ/kg $^{\circ}$ C)

ΔT : Variación de temperatura ($^{\circ}$ C)

Q_{int} = Calor dentro del biodigestor (W)

12.12. Costo de funcionamiento del intercambiador de calor

Una vez que se conoce la cantidad de calor que se necesita para calentar el lacto suero, se sabe que se requiere de 4 días para empezar la producción de biogás, y que durante ese periodo de tiempo se utilizará gas licuado de petróleo, el costo que tendrá al cabo de ese periodo, se obtendrá mediante el análisis de la ilustración 25 detallada a continuación.

Ilustración 25: Especificaciones del gas licuado

Especificaciones del gas licuado de petróleo y del quemador				
Característica	Medida	Unidad de medida	Equivalencia	Unidad de medida
Equivalencia a gas	1	kg. GLP	710266	kJ
Peso del tanque	15	Kg		
Costo gas	1	Tanque	3,5	Dólares
Eficiencia del quemador	95	%		

Fuente: (Cuasque K, 2017)

Mediante la ecuación

Ecuación 32: Equivalencia a gas

$$E_{GAS} = \frac{Q_{TOTAL}}{ef} * \frac{15 \text{ kg tanques GLP}}{710266 \text{ KJ}}$$

Dónde:

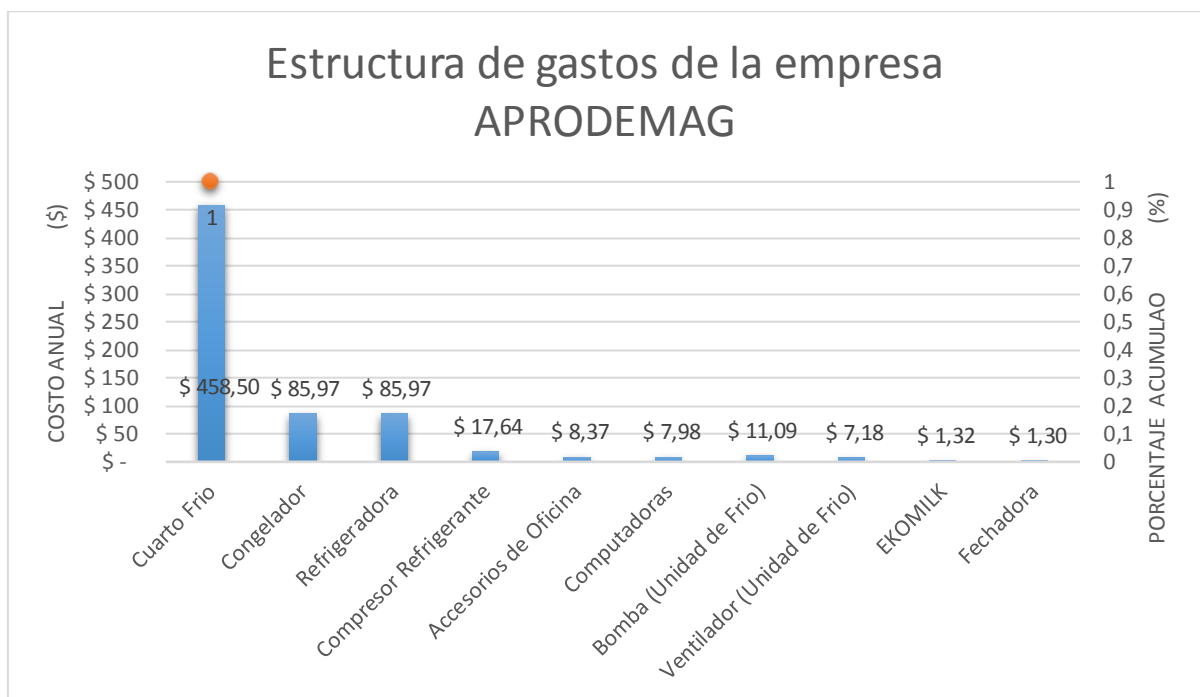
E_{GAS} = Equivalencia a gas (tanques de gas)

Q_{TOTAL} = Calor total requerido (J/s)

ef = Eficiencia del quemador del intercambiador de calor (%)

13. ANALIS DE DATOS**13.1.Estructura de gastos de la empresa APRODEMAG**

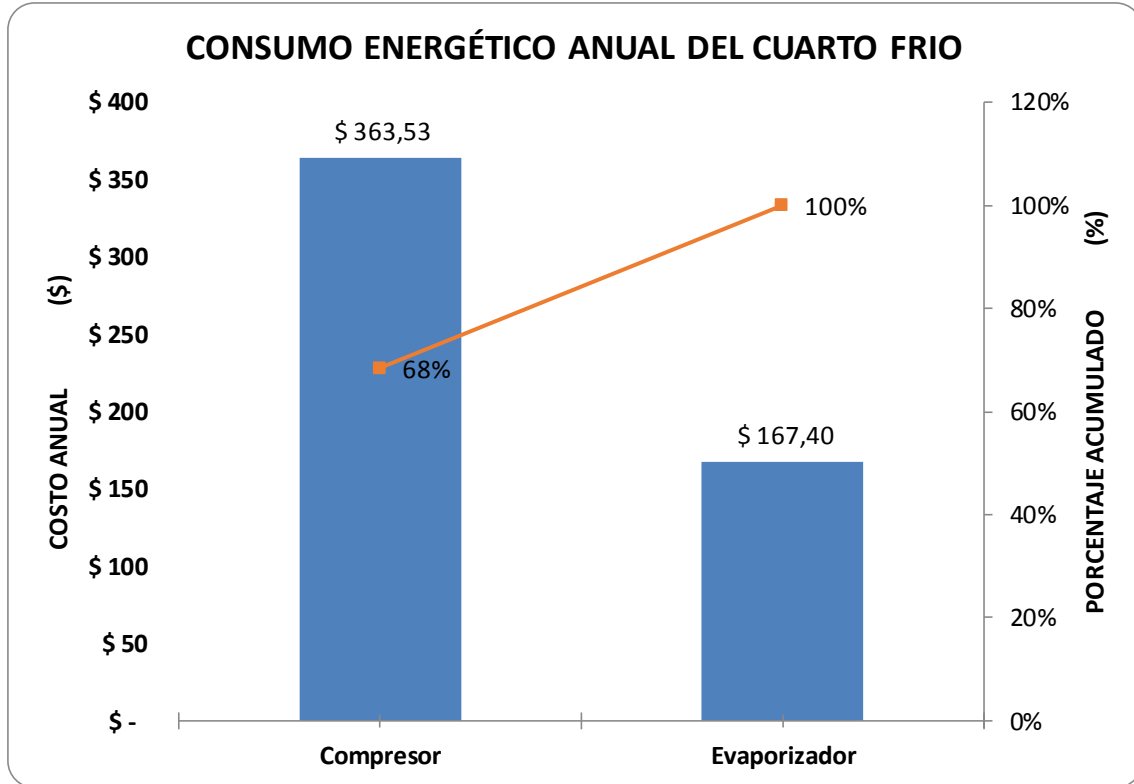
Ilustración 26: Estructura de gastos de la empresa APRODEMAG

**RELIZADO POR LOS AUTORES**

Como se observa en la ilustración 24 se realiza una comparación de empleo de distintas áreas consumo energético de la planta de producción dando a conocer que el área de mayor consumo es la del cuarto frío con un total de \$ 458.50 siendo un 66.90 %, en segundo lugar tenemos al congelador con 12% de igual que el refrigerador con un costo por el congelador \$ 85.97 y el refrigerador \$ 87.97 siendo los tres valores los más elevados en la comparación analizada.

13.2.Estructura de costos por área cuarto frío

El cuarto frío cuenta con dos equipos que lo integran con diferente consumo kilovatio hora y se desglosa de la siguiente manera.

Ilustración 27: Consumo energético anual del cuarto frío**RELIZADO POR LOS AUTORES**

Como se puede observar en la ilustración 25 el equipo de mayor consumo es el compresor con un 68 % y un costo \$ 363.53 siendo 587,52 kWh lo que consume este equipo.

Para cubrir con las necesidades energéticas de la empresa mediante el uso de biogás y un generador eléctrico, se estima que la planta de biogás debe generar 25219,35 m³ de biogás por año, como se muestra en la Tabla 10 .

Tabla 10: Necesidades energéticas de la empresa PASTOLAC

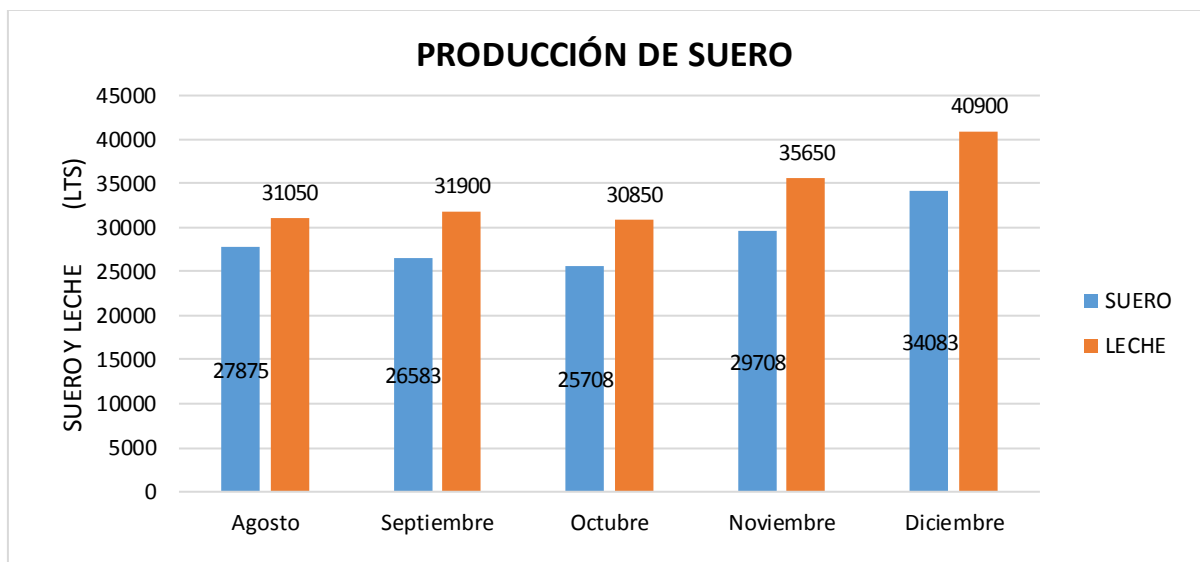
Necesidades energéticas de la empresa APRODEMAG			
Biogás	Electricidad (kWh)	Requerimiento Anual (kWh/año)	Biogás Estimado Anual (m ³ /año)
1 m ³	1,2	30.263,22	25219,35

RELIZADO POR LOS AUTORES

13.3. Análisis de los requerimientos de diseño

En la siguiente descripción se dará a conocer la producción mensual de lacto suero de la empresa APRODEMAG, tomando en cuenta los meses de Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre.

Ilustración 28: Producción de suero



RELIZADO POR LOS AUTORES

El mes donde se obtuvo mayor generación de lacto suero fue el mes de diciembre con 40900 litros de lacto suero, siendo este el mes que mayor cantidad produjo, este valor se utilizara para los cálculos posteriores.

Tabla 11: Datos para el diseño y dimensionamiento del biodigestor

LACTO SUERO DATOS	Medida	Unidad de Medida
Densidad	1,026	g/ml
Mes con mayor producción de suero (Diciembre)	34083	litros
Días de producción de quesos	31	días
Cantidad diaria disponible	1099,45161	litros
Sustrato diario	1128,03735	Kg/m ³
VT	65,93	%

VS	47,28	%
THR (promedio de compilación bibliográfica)	10	días
Factor de seguridad para el tanque de alimentación	0,5	%
Factor de seguridad para el tanque biodigestor	0,05	%
Producción de biogás	0,3165	m ³ biogás día/kg VS
valor de phi	3,1416	
Radio del tanque (asumido)	0,75	m
Radio del tanque (real)	0,784	m
Sabemos que:		
Cantidad de lacto suero	0,316	m ³ día
Produce biogás	0,1	m ³ /kgVS
OLR	533,34	(Kg VDM/m ³ día)

RELIZADO POR LOS AUTORES

Ubicación del biodigestor

El biodigestor se ubicara alado donde se almacena actualmente los residuos (lacto suero), el mismo que está situado a un costado del cuarto del generador por lo consiguiente se tomó la decisión de ubicar el biodigestor en esa ubicación para reducir el tiempo de captación de lacto suero y de llegada a su vez del biogás al generador la ubicación se la puede observar en la ANEXO H.

13.4.Biodigestor

La ponderación final de 6 es para el biodigestor Chino, que representa menores gastos y mayores beneficios.

La construcción del biodigestor Chino no representa un gasto elevado como el Tipo Hindú, su tiempo de vida es de 20 años, es el más utilizado para residuos agrarios, tiene una producción de biogás estimada de entre 0,1 y 0,4 m³ de biogás por metro de construcción. Pero requiere un lugar o tanque para almacenar el biogás ya que se produce grandes presiones dentro del biodigestor.

Tabla 12: Características de biodigestor Hindú y Chino

Parámetros	Chino	Hindú
Costo de construcción	2	4
Vida útil	4	4
Substratos	Residuos Agrarios, excreta Humana	Estiércol y agua.
Producción de Biogás (m3 Biogás/ m3 Digestor)	0,1-0,4	0,4-0,6
Espacio de construcción	Debe ser enterrado	Puede ser enterrado
TOTAL	6	8

RELIZADO POR LOS AUTORES

13.5.PROPUUESTA**13.6. RESOLUCIÓN DE ECUACIONES**

Mediante la siguiente tabla se puede denotar los resultados obtenidos por la resolución de las ecuaciones, mismo resultados que nos ayudaran para la realización del diseño de la planta de biogás con el uso de lacto suero.

Tabla 13: Resolución de Ecuaciones

Resultados obtenidos			
Nº	Descripción	Medida	Unidad de medida
Ecuación 1	Volumen del tanque de alimentación de suero lácteo	1,649	m ³
Ecuación 2	Volumen del sustrato	11	m ³
Ecuación 3	Volumen del sustrato	10,64	m ³
Ecuación 4	Volumen del sustrato	11	m ³
Ecuación 5	Volumen de la cúpula	5,39	m ³
Ecuación 6	Volumen total del biodigestor	1,649	m ³
Ecuación 7	Volumen del tanque de descarga	97,84	m ³ biogás/día
Ecuación 8	Filtro H ₂ S o ácido sulfúrico	9,78	L/día

Reemplazo de ecuación	Filtro H ₂ S o ácido sulfúrico	293,52	L/mes
Ecuación 9	Filtro H ₂ S o ácido sulfúrico	3571,16	L/año
Ecuación 10	Filtro H ₂ S o ácido sulfúrico	145,17	mol de H ₂ s
Ecuación 11	Filtro H ₂ S o ácido sulfúrico	8129,47	g de Fe
Ecuación 12	Altura de la tubería de carga	1,88	m
Ecuación 13	Reservorio de para biogás	125,66	m ³
Ecuación 14	Generador Eléctrico	61,85	kWh/día
Ecuación 16	Coficiente individual de transferencia de calor	41565	
Ecuación 17	Coficiente individual de transferencia de calor	2,967	KJ/m ² s°C
Ecuación 18	Coficiente individual de transferencia de calor	2,6618	KJ/m ² s°C
Ecuación 19	Coficiente global de transferencia de calor limpio y sucio	224,64	BTU/hft ₂ °F
Ecuación 20	Coficiente global de transferencia de calor limpio y sucio	224,64	BTU/hft ₂ °F
Ecuación 21	Calor requerido para calentar el suero lácteo	943264,836	KJ/h
Reemplazo de ecuación	Calor requerido para calentar el suero lácteo	894045,28	BTU
Ecuación 22	Diferencia de temperatura	28,85	°C
Reemplazo de ecuación	Diferencia de temperatura	83,93	°F
Ecuación 24	Área del serpentín	4,4	m ²
Ecuación 25	Área del serpentín	2,5	m
Ecuación 26	Área del serpentín	0,17	m ²
Ecuación 27	Área del serpentín	24	Vueltas
Ecuación 28	Pérdidas de calor a través de la tubería.	0,41	°C/W
Ecuación 29	Pérdidas de calor a través de la tubería.	49,29	W
Ecuación 31	Tiempo que tomara en calentar el sustrato del biodigestor	1	hora

Ecuación 32	Costo de funcionamiento del intercambiador de calor	9	Tanques
Reemplazo de ecuación	Costo de funcionamiento del intercambiador de calor	31,5	\$

RELIZADO POR LOS AUTORES

13.6.1. Requerimientos para el biodigestor

Con los resultados obtenidos en la Tabla 14 se podrá dar denotar las características para el diseño adecuado del biodigestor.

Tabla 14 : Resultados obtenidos para el diseño del biodigestor

Resultados Obtenidos			
Características	Descripción	Medida	Unidad de Medida
Tipo de Biodigestor	Chino		
Tiempo de retención		10	Días
Volumen del tanque de carga y descarga		2,5	m ³
Volumen de biomasa		11	m ³
Volumen de alimentación		1,1	m ³
Volumen de cúpula		3,48	m ³
Volumen del biodigestor		20	m ³
Producción de biogás		97,84	m ³ Biogás/Día

RELIZADO POR LOS AUTORES

13.6.2. Producción estimada de biogás

En la siguiente tabla se podrá observar la producción de biogás en bruto y neto por día.

Tabla 15 : Producción estimada de biogás

Producción estimada de biogás				
Producción	Hora	Día	Mes	Año
Biogás Bruto	4,08	97,84	2935,2	35711,59
Biogás Neto	4,04	92,22	2766,45	33658,46

RELIZADO POR LOS AUTORES

13.6.3. Características del tanque del biodigestor

En la siguiente tabla se puede apreciar las características del tanque que se seleccionó para el biodigestor.

Tabla 16: Características principales del tanque para el biodigestor

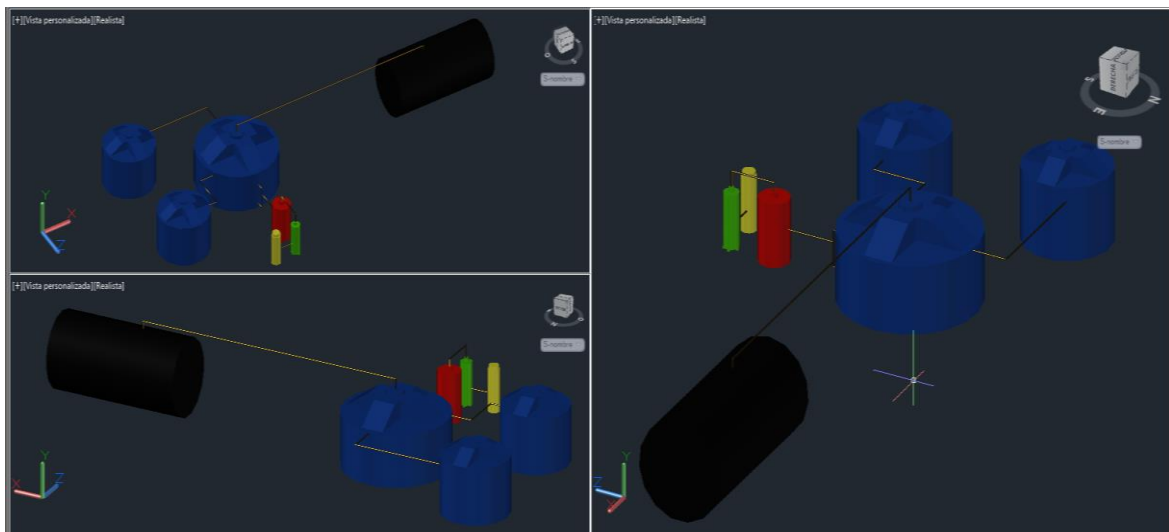
Características del Tanque			
Características	Descripción	Medida	Unidad de medida
Capacidad	Plástico PVC	-----	-----
Volumétrica	-----	20000	Litros
Diámetro	-----	250	cm
Diámetro tapa	-----	50	m
Altura	-----	455	cm
Peso	-----	20,475	kg

RELIZADO POR LOS AUTORES

13.6.4. Diseño del biodigestor

El diseño de la Planta para el tratamiento del lacto suero se realizó en el programa AutoCAD, el plano se lo puede observar en el anexo H.

Ilustración 29: Diseño del Biodigestor en AutoCAD



REALIZADO POR LOS AUTORES

13.7. Análisis de ahorro Energético

Ilustración 30: Producción de energía eléctrica

Año	Mes	Valor a pagar (\$)	Consumo Energético (Kwh)	Producción de Biogás	kWh/m ³ biogás	Equivalencia en dinero producción de biogás	Ahorro de dinero	Ahorro de (Kwh)
2018	ENE	\$ 155,98	1733,11	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 185,24	758,26
2018	FEB	\$ 156,95	1743,89	2739,52	3424,4	\$ 308,20	\$ 151,25	684,88
2018	MAR	\$ 154,85	1720,56	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 186,37	758,26
2018	ABR	\$ 156,95	1743,89	2935,2	3669	\$ 330,21	\$ 173,26	733,8
2018	MAY	\$ 154,85	1720,56	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 186,37	758,26
2018	JUN	\$ 132,61	1473,44	2935,2	3669	\$ 330,21	\$ 197,60	733,8
2018	JUL	\$ 155,98	1733,11	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 185,24	758,26
2018	AGO	\$ 156,95	1743,89	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 184,27	758,26
2018	SEP	\$ 154,85	1720,56	2935,2	3669	\$ 330,21	\$ 175,36	733,8
2018	OCT	\$ 156,95	1743,89	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 184,27	758,26
2018	NOV	\$ 154,85	1720,56	2935,2	3669	\$ 330,21	\$ 175,36	733,8
2018	DIC	\$ 134,03	1489,22	3033,04	3791,3	\$ 341,22	\$ 207,19	758,26
COSTO		\$ 1.825,8	20286,67	35711,6	44639,5	\$ 4.017,56	\$ 2.191,8	8927,9

REALIZADO POR LOS AUTORES

Como se puede observar en la ilustración 30 la empresa APRODEMAG tiene un consumo de energía anual de 20286,67 kWh que equivale a \$ 1825,80, mediante la generación de biogás tomando en cuenta que al día se podría producir 97,84 m³/biogás que equivale a 122,30 kWh, tomando en cuenta los datos anteriores se podrá producir al año 35711,6 m³/biogás lo que equivale a 44639,5 kWh con un valor económico de 4017,56.

14. IMPACTOS

Aspecto Técnico

La incorporación de una planta de biogás permitirá el aprovechamiento a un 100 % de los residuos de la elaboración del queso, dando como resultado la explotación del potencial energético con la producción de biogás de 35711,59 m³ biogás/ año, el cual se podrá utilizar tanto como portador energético como calorífico.

Aspecto Económico

Dentro del análisis realizado se demuestra que el uso de biogás será de una gran ayuda en la parte económica de la empresa, ya que reducirá los altos montos económicos generados por el consumo eléctrico y de diésel para la producción de derivados de la leche, tomado en cuenta que la generación de biogás podrá ser de 35711,59 m³ biogás/ año.

Aspecto Ambiental

El diseño de una planta de biogás permite reducir el impacto ambiental que provocan los residuos del proceso de la elaboración del queso.

Entre las ventajas que nos proporciona la energía generada por el biogás tenemos:

- Disminuye la degradación del suelo.
- Mejora el equilibrio ecológico mejora de la salud pública.
- Control de insectos y vectores.
- Contribuye al desarrollo sustentable.
- Ayuda a reducir el impacto de la crisis energética.
- Higienización y salud: control de parasitismo

15. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Mediante las siguientes tablas se dé a conocer los materiales y sus respectivos costos para la construcción del biodigestor, tomando en cuenta que se realizó una selección exhaustiva de un grupo de proformas solicitadas en diferentes ferreterías, las cuales se puede observar en el ANEXO F.

Los materiales fueron seleccionados mediante catálogos que se puede observar en el Anexo F.

Materiales y costos para la construcción del biodigestor

En la siguiente tabla se puede observar los costos de los materiales para la construcción del biodigestor.

Tabla 17: Materiales y costos para la construcción del biodigestor.

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DEL BIODIGESTOR				
N°	Elementos	Cantidad	Costos \$/u	Costo Total
1	Tanque de 20000 L	1	\$ 1.250,00	\$ 1.250,00
2	Tanque de 5000 L	2	\$ 350,00	\$ 700,00
3	Plástico de invernadero 8 micras espesor	18	\$ 8,25	\$ 148,50
4	Codo 63 mm	4	\$ 2,70	\$ 10,80
5	Acople de 1"	3	\$ 1,15	\$ 3,45
6	Acople macho 1"	2	\$ 1,20	\$ 2,40
7	Adaptador Hembra 63 mm	3	\$ 2,15	\$ 6,45

8	Válvula de esfera	2	\$ 7,85	\$ 15,70
9	Válvula de esfera con mariposa	1	\$ 2,00	\$ 2,00
10	Adaptador de 1/2"	1	\$ 0,35	\$ 0,35
11	Llave de 1/2"	1	\$ 5,95	\$ 5,95
12	Reductor de 63 mm a 32 mm	2	\$ 2,40	\$ 4,80
13	Acople espiga	2	\$ 2,20	\$ 4,40
14	Codo de media	2	\$ 0,35	\$ 0,70
15	Acoples reductores de 32 a 1/2	2	\$ 2,97	\$ 5,94
16	Unión plegable	2	\$ 4,00	\$ 8,00
17	Tubo de 63 mm	4	\$ 3,25	\$ 13,00
18	Pega de tubo	1	\$ 1,98	\$ 1,98
19	Teflón	5	\$ 0,37	\$ 1,85
20	Clavo de 1/2	10	\$ 1,64	\$ 6,40
21	Clavo de 1"	10	\$ 1,54	\$ 5,40
22	Quemador	1	\$ 32,00	\$ 32,00
23	Manómetro	5	\$ 2,50	\$ 12,50
24	Manguera de presión	10	\$ 0,27	\$ 2,70
25	Termómetro	1	\$ 13,75	\$ 13,75
26	Suelda para tubo (galón)	1	\$ 10,85	\$ 10,85
27	Tubo de cobre 3/4'	1	\$ 14,45	\$ 14,45
28	Tanque recolector de gas	1	\$ 301,00	\$ 301,00
29	Bomba de agua 3500 Lh	1	\$ 76,45	\$ 76,45
Sub total				\$ 2.681,77
IVA				\$ 321,81
TOTAL				\$ 3.003,58

RELIZADO POR LOS AUTORES

Recursos Utilizados

En la siguiente tabla se da a conocer los recursos utilizados para la realización del trabajo de investigación.

Tabla 18 : Recursos Utilizados

Recursos Utilizados				
N°	Recursos	Cantidad	Costos \$/u	Costo Total
1	Alimentación	50	\$ 2,50	\$ 125,00
2	Resma papel	3	\$ 3,50	\$ 10,50
3	Anillados	6	\$ 1,50	\$ 9,00
4	Internet	100	\$ 0,70	\$ 70,00
5	Impresiones color	1000	\$ 0,10	\$ 100,00
6	Impresiones b/n	2000	\$ 0,05	\$ 100,00
7	Flash memory	1	\$ 9,00	\$ 9,00
8	Transporte	15	\$ 10,00	\$ 150,00
Sub total				\$ 573,50
IVA				\$ 68,82
TOTAL				\$ 642,32

REALIZADO POR LOS AUTORES

15.1.Costo total del proyecto de investigación

En la siguiente tabla se da a conocer el valor total del trabajo de investigación que es la suma del costo de la construcción del biodigestor y los recursos utilizados dando un total de \$ 3.645,90, donde el costo del biodigestor es de \$ 3.003,58 siendo el 82 % del costos total el 18 % restante corresponde a los recursos utilizados teniendo un costos de \$573,50.

Tabla 19: Costo Total

Costo Total				
N°	Detalles	Cantidad	Costos \$/u	Costo Total
1	Materiales para la construcción del biodigestor	1	\$2.681,77	\$2.681,77
2	Recursos Utilizados	1	\$ 573,50	\$ 573,50
Sub total				\$3.255,27
IVA				\$ 390,63
TOTAL				\$3.645,90

REALIZADO POR LOS AUTORES

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del trabajo realizado se extrajeron las siguientes conclusiones:

- El consumo de energía eléctrica promedio mensual de la Empresa APRODEMAG es de, aproximadamente 1733,11 kWh, lo que por día equivale a 55.90 kWh, dicho consumo se produce principalmente en la cámara de refrigeración, donde se colocan los productos terminados para la conservación y constituye el 73% del total del consumo de energía eléctrica de la empresa.
- Se diseñó una planta de digestión anaeróbica, tipo chino para el procesamiento de 1099 L/día de lacto suero generado en el proceso de elaboración de quesos por la empresa, con lo que se generara portadores energéticos tales como eléctricos y caloríficos
- Para una posterior construcción de la planta de tratamiento se seleccionaron componentes y accesorios de fácil obtención y de bajo costo, disponibles en distribuidoras y ferreterías de la provincia de Cotopaxi, tales como tanques, tuberías, válvulas de PVC, calefón a gas, manómetro, filtros, la antorcha y el termómetro.
- El costo total de la planta es de \$ 3003,58, siendo los elementos más costosos el tanque de 20000 litros que es utilizado como biodigestor o tanque de mezcla.

RECOMENDACIONES

- Con el propósito de alargar la vida útil de los elementos que componen la planta de biogás, se recomienda construir la planta bajo la protección del sol y en una superficie o base de hormigón para evitar deformaciones del biodigestor y/o reservorios.
- Para su implementación se recomienda seguir cada uno de los pasos detallados en el presente documento especialmente tomar énfasis en la metodología y análisis de resultados para su adecuada construcción.
- Para su operación y limpieza se recomienda seguir los pasos de los instructivos de operación y mantenimiento.

17. BIBLIOGRAFÍA

- Basurto Cusme, C. A. (2017). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y DEMOSTRACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CRIADERO PORCINO LA BONITA. *Universidad Técnica de Cotopaxi, LATACUNGA – ECUADOR.*
- Batchmann, N. (2013). Biogas Handbook: Science, production and application. (*Inglés, Trans. Segunda ed. Vol. 1*).
- Beer, F. P. (2010). MECÁNICA DE MATERIALES (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES Ed. Quinta ed.).
- Bermúdez, R. R. (2003). Ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. . *Tecnología Química, , 23(2), 37-44.*
- Blanco-Cobián, D. (2011). Tratamiento biológico aerobio-anaerobio-aerobio de residuos ganaderos para la obtención de biogás y compost. *Tesis de doctorado, Universidad.*
- BRAZ, A. &. (2004). Metodología de la Investigación.
- Caceres, E. (2011). Producción de biogás. Construcción de un biodigestor. *Mail x mail. .*
- Campos Cuní, B. (2011). Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 20 , 37 - 41.*
- Chen, Y. J. (2008). Inhibición. *Bioresource Technology 99 (10), 4044-4064.*
- Córdova Gallardo, V. D. (2011). DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ALBAÑALES GENERADOS EN LA RESIDENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO COMO UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA EL COCIDO DE ALIMENTOS. (*Ingeniería Diseño*), *Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga- Ecuador.*
- Córdova Gallardo, V. D. (2011). DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ALBAÑALES GENERADOS EN LA RESIDENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO COMO UNA

ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA EL COCIDO DE ALIMENTOS. (*Ingeniería Diseño*), Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga- Ecuador.

Cuasque K, T. J. (2017). DISEÑO DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DEL SUERO LÁCTEO Y LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA INDUSTRIA LÁCTEA DE LA EMPRESA PASTOLAC.

Deublein D., S. A. (2008). Biogás a partir de residuos y recursos renovables: una introducción. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Weinheim.*, 443 p.

Dominguez, P. &. (2000). Biodigestores como componentes de sistemas agropecuarios integrados. Instituto de Investigaciones Porcinas. . *Punta Brava. La Habana.*, 5-8.

Donoso, A. M. (2009). Tratamiento de aguas residuales de baja resistencia con alto 12 (3). *Electrónica de Biotecnología* , 1-10.

Erguder, T. ..., Tezel, U. ..., Guven, E. ..., & Demirer, G. (2001). Biotransformación anaeróbica y potencial de generación de metano de suero de queso en lotes y reactores UASB. *En Elsevier: vol. 21.*, P.643-650.

Fernandez Rodriguez, C. (2012). Revalorización del lactosuero mediante obtención de energía por biodigestión de la lactosa. *VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE INDUSTRIA AGROALIMENTARIA.*

Ghaly, A. (1996). Un estudio comparativo de anaeróbico. *Tecnología Journal Bioresource*, 61-72.

González Cabrera, A. M. (2014). Estudio técnico-económico para la producción de biogás a partir de residuos agrícolas mediante digestión anaerobia. *Trabajo Fin de Máster en Ingeniería Ambiental* , 99.

González, C. M. (2012). Aspectos medioambientales asociados a los procesos de la industria lactea. *Mundo pecuario*, 16-32.

Huayamave Lainez, E. C. (2005). Estudio del Efecto de la Presión sobre la Deshidratación Osmótica del Mango. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.*

Huertas, R. A. (2010). Digestión anaerobia de lactosuero: efecto de altas cargas puntuales. . *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(1), 5385.

- J., V. A. (2012). Conversion de suero lácteo a biogas un potencial invaluable . *ECAG, Año XIV (60)*, 41-45.
- León López, G. (oct-2017). Evaluación de un biorreactor EGSB para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea . *Facultad de Ingeniería - Ingeniería Ambiental - UNICACH*.
- Manilla Perez, E. (2000). Diseño de un biorreactor para la producción de biogas a partir de desechos agrícolas .
- map.net, G. a. (2018). America Del Sur / Ecuador (Quito) / Cotopaxi/ Mulal. from.
- Márquez, V. M.-G. (2011). Reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA's o UASB) antología. .
- Mass, K. R. (2013). Tratamiento de aguas residuales a partir de digestión anaerobia. . *Programa de Ingeniería Química*, 1-17.
- Mawson, A. J. (1994). Bioconversiones para la utilización del suero y la reducción de desechos. . *En Elsevier:vol. 47.*, P.195-203.
- Moncayo, G. (2013). *Dimencionamiento y diseño de biodigestores y plantas de biogas*. Aqualimpia Beratende Ingenieure.
- MONTES CARNONA, M. E. (2008). Estudio técnico-económico de la digestión anaeróbica conjunta de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y lodos de depuración para la obtención de biogas . *Doctoral dissertation* .
- Moreno, P. M. (2011). MANUAL DE BIOGÁS. "Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables"., 119.
- Noyola, R. (2001). Apuntes del curso "Diseño de reactores anaerobios ". *Instituto de Ingeniería.UNAM*.
- Remón, J. L. (2016). Hydrogen production from cheese whey by catalytic steam reforming: Preliminary study using lactose as a model compound. *Energy Convers.*, 41-122.
- Robayo, I. (2017). *Entrevista*. Latacunga.
- Roca, J. A. ((1996)). Óptica instrumental. UPC.

- s.f., A. S. (05 de Marzo de 2010). *Las propiedades de la leche* . Obtenido de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/leche%202.htm>
- Saddoud, A. ..., Hassairi, I. ..., & Sayadi, S. (2007). Reactor de membrana anaeróbica con separación de fases para el tratamiento del suero de queso. *En Elsevier: vol. 98.*, P. 2102-2108.
- Sasse, L. K. (1991). Unidad mejorada de Biogás para países en desarrollo. *Alemania: Vieweg*, p.3-4.
- SciELO. (2015). Digestor Anaerobico tubular de Polietileno.
- Speece, R. E. (2008). Biotecnología anaeróbica y control de olor / corrosión para municipalidades e industrias. *Nashville, TN, Archae Press*, 586 p.
- Tartakovsky, B. E. (2007). Control de un mesófilo anaeróbico. *10 Simposio internacional IFAC sobre computadora.*
- Vilar-Montesinos, A. (2015). Evaluación del tratamiento integral del lixiviado de vertedero de residuos sólidos urbanos. *Tesis de doctorado, Universidad da Coruña.*
- Viquez Arias, J. (2012). Conversion de suero lacteo a biogas un potencial invaluable . *Revista ECAG. Año XIV (60)*, P. 41- 45.
- Viquez Arias, J. A. (2012). Conversión de suero lácteo a biogás. . *UTN Informa (Costa Rica)*, 14(60), 41-45.
- Yunus A. Cengel, A. J. (2011). TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA. *Fundamentos y aplicaciones (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES Ed. Cuarta Edición ed.)*.

ANEXO

ANEXO A

REGISTRO DE PRODUCCION DE QUESO Y RESIDUOS DE LACTO SUERO

Tabla 20: Producción de queso y residuos de lacto suero (Octubre)

REDISTRO DE PRODUCCION DE QUESO Y RESIDUOS DE LACTO SUERO				
	LECHE	PRODUCCION QUESO (kg)	SUERO LACTEO	FIRMA RESPONSABLE
01/10/2018	1350	135	1125	
02/10/2018	850	85	708	
03/10/2018	1350	135	1125	
04/10/2018	850	85	708	
05/10/2018	1350	135	1125	
06/10/2018	850	85	708	
07/10/2018	1350	135	1125	
08/10/2018	850	85	708	
09/10/2018	900	90	750	
10/10/2018	900	90	750	
11/10/2018	900	90	750	
12/10/2018	900	90	750	
13/10/2018	900	90	750	
14/10/2018	900	90	750	
15/10/2018	900	90	750	
16/10/2018	900	90	750	
17/10/2018	900	90	750	
18/10/2018	900	90	750	
19/10/2018	900	90	750	
20/10/2018	1100	110	917	
21/10/2018	900	90	750	
22/10/2018	900	90	1350	
23/10/2018	1100	110	917	
24/10/2018	900	90	750	
25/10/2018	900	90	750	
26/10/2018	1100	110	917	
27/10/2018	900	90	750	
28/10/2018	900	90	750	
29/10/2018	1000	100	833	
30/10/2018	900	90	750	
31/10/2018	1350	135	1125	
Revisado por:				

Tabla 21: Producción de queso y residuos de lacto suero (Noviembre)

REDISTRO DE PRODUCCION DE QUESO Y RESIDUOS DE LACTO SUERO				
	LECHE	PRODUCCION QUESO (kg)	SUERO LACTEO	FIRMA RESPONSABLE
01/11/2018	900	90	750	
02/11/2018	1000	100	833	
03/11/2018	900	90	750	
04/11/2018	1000	100	833	
05/11/2018	900	90	750	
06/11/2018	1000	100	833	
07/11/2018	900	90	750	
08/11/2018	1000	100	833	
09/11/2018	900	90	750	
10/11/2018	1000	100	833	
11/11/2018	1350	135	1125	
12/11/2018	1350	135	1125	
13/11/2018	1350	135	1125	
14/11/2018	1350	135	1125	
15/11/2018	1350	135	1125	
16/11/2018	1350	135	1125	
17/11/2018	1350	135	1125	
18/11/2018	1350	135	1125	
19/11/2018	1100	135	917	
20/11/2018	900	90	750	
21/11/2018	900	90	750	
22/11/2018	1350	135	1125	
23/11/2018	1350	135	1125	
24/11/2018	1350	135	1125	
25/11/2018	1350	135	1125	
26/11/2018	1350	135	1125	
27/11/2018	1350	135	1125	
28/11/2018	1350	135	1125	
29/11/2018	1350	135	1125	
30/11/2018	1650	165	1375	
Revisado por:				

Tabla 22: Producción de queso y residuos de lacto suero (Diciembre)

REDISTRO DE PRODUCCION DE QUESO Y RESIDUOS DE LACTO SUERO				
	LECHE	PRODUCCION QUESO (kg)	SUERO LACTEO	FIRMA RESPONSABLE
01/12/2018	1350	135	1125	
02/12/2018	1350	135	1125	
03/12/2018	1350	135	1125	
04/12/2018	1350	135	1125	
05/12/2018	1350	135	1125	
06/12/2018	1350	135	1125	
07/12/2018	1350	135	1125	
08/12/2018	1350	135	1125	
09/12/2018	1350	135	1125	
10/12/2018	1100	110	917	
11/12/2018	900	90	750	
12/12/2018	900	90	750	
13/12/2018	1000	100	833	
14/12/2018	900	90	750	
15/12/2018	1000	100	833	
16/12/2018	900	90	750	
17/12/2018	2250	225	1875	
18/12/2018	900	90	750	
19/12/2018	900	90	750	
20/12/2018	2220	225	1850	
21/12/2018	850	85	708	
22/12/2018	850	85	708	
23/12/2018	2250	225	1875	
24/12/2018	850	85	708	
25/12/2018	850	85	708	
26/12/2018	2250	225	1875	
27/12/2018	1100	110	917	
28/12/2018	900	90	750	
29/12/2018	2250	225	1875	
30/12/2018	1350	135	1125	
31/12/2018	2250	225	1875	
Revisado por:				

Tabla 23: Producción mensual de suero lácteo

Producción mensual de suero lácteo						
MES	LECHE	SUERO	QUESO	INDICADOR DQO / MES	INDICADOR DQO / DIA	Unidades
Agosto	31050	27875	3105	8,98	0,75	L/kg
Septiembre	31900	26583	3190	8,33	0,69	L/kg
Octubre	30850	25708	3085	8,33	0,69	L/kg
Noviembre	35650	29708	3565	8,33	0,69	L/kg
Diciembre	40900	34083	4090	8,33	0,69	L/kg
PROMEDIO	34070	28791	3407			

RELIZADO POR LOS AUTORES

ANEXO B

FACTURAS ELÉCTRICAS Y DE DIÉSEL DE LA EMPRESA APRODEMAG

Ilustración 31 : Factura Eléctrica del mes de Octubre



EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. ELEPCOSA
R.U.C.: 0590042110001

DIR. MATRIZ: MARQUES DE MAENZA 5-44 Y QUIJANO Y ORDONEZ

TELEFONO: 032812630, 032812640, 032812650, 032812660

CONTRIBUYENTE ESPECIAL NRO.: 4591

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI

FACTURA No.: 001-020-005647519

FORMA DE PAGO : Efectivo

AUTORIZACIÓN : 3110201801059004211000120010200056475192005091117

MES DE CONSUMO: OCTUBRE/2018 --- FECHA DE EMISIÓN : 2018-10-31 FECHA DE VENCIMIENTO : 2018-11-20

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Razón Social/Apellidos y Nombres: APRODEMAG

Código Unico Eléctrico Nacional: 0600154948

RUC o Cédula de Ciudadanía : 0591718398001

Dirección de Servicio: BARRIO MACALO GRANDE MULALO

Dirección de Notificación: BARRIO MACALO GRANDE MULALO

Correo Electrónico: Cliente NO registra correo electrónico

Provincia: COTOPAXI

Cantón: LATACUNGA

Parroquia: MULALO

Geocódigo: 001-MUL-161-00250

Cliente: 135189

Cuenta: 154948

Medidor: 5796709

Tarifa: C -> Comercial

Lectura Anterior: 0 ~ 2018-10-01

Lectura Actual: 180 ~ 2018-10-31

Consumo en KWH.: 0

Días: 31

FACTURACION SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	IMPUESTO	VALOR TOTAL
Comercialización	\$ 1.41	\$ 0.00	\$ 1.41
Tasa de Alumbrado Público	\$ 0.28	\$ 0.00	\$ 0.28
Notificaciones	\$ 0.45	\$ 0.05	\$ 0.50
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO (A):			\$ 2.19

VALORES PENDIENTES	
MESES IMPAGOS	2
(C) VALOR ADEUDADO	\$ 952.72

* Valores a la Fecha de Emisión

SUBTOTAL 12%	\$ 0.45
SUBTOTAL 0%	\$ 1.69
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	\$ 2.14
IVA 12%	\$ 0.05
(A) SERVICIO ELECTRICO (FACTURA)	\$ 2.19
(+C) VALORES PENDIENTES	\$ 952.72
(D) TOTAL SERVICIO ELECTRICO	\$ 954.91



CLAVE DE ACCESO: 3110201801059004211000120010200056475192005091117



Ilustración 32 : Fatura del mes de Septiembre



EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. ELEPCOSA

R.U.C.: 0590042110001

DIR. MATRIZ: MARQUES DE MAENZA 5-44 Y QUIJANO Y ORDONEZ

TELEFONO: 032812630, 032812640, 032812650, 032812660

CONTRIBUYENTE ESPECIAL NRO.: 4591

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI

FACTURA No.: 001-020-005504856 FORMA DE PAGO : Efectivo

AUTORIZACIÓN : 3009201801059004211000120010200055048562005091117

MES DE CONSUMO: SEPTIEMBRE/2018 --- FECHA DE EMISIÓN : 2018-09-30 FECHA DE VENCIMIENTO : 2018-10-20

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Razón Social/Apellidos y Nombres: APRODEMAG
 RUC o Cédula de Ciudadanía : 0591718398001 Código Unico Eléctrico Nacional: 0600154948
 Dirección de Servicio: BARRIO MACALO GRANDE MULALO
 Dirección de Notificación: BARRIO MACALO GRANDE MULALO
 Correo Electrónico: Cliente NO registra correo electrónico
 Provincia: COTOPAXI Cantón: LATACUNGA Parroquia: MULALO Geocódigo: 001-MUL-161-02135
 Cliente: 135189 Cuenta: 154948 Medidor: 5796709 Tarifa: C -> Comercial
 Lectura Anterior: 0 ~ 2018-09-01 Lectura Actual: 0 ~ 2018-09-30 Consumo en KWH.: 1,298 Días: 30

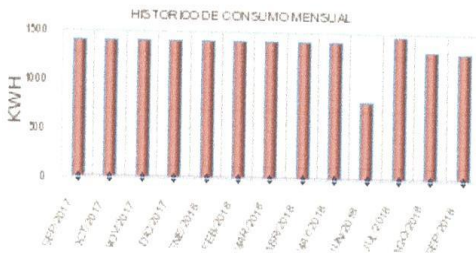
FACTURACION SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	IMPUESTO	VALOR TOTAL
Consumo	\$ 130.39	\$ 0.00	\$ 130.39
Comercialización	\$ 1.41	\$ 0.00	\$ 1.41
Tasa de Alumbrado Público	\$ 22.49	\$ 0.00	\$ 22.49
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO (A):			\$ 154.29

VALORES PENDIENTES	
MESES IMPAGOS	1
(C) VALOR ADEUDADO	\$ 477.30

* Valores a la Fecha de Emisión

SUBTOTAL 12%	\$ 0.00
SUBTOTAL 0%	\$ 154.29
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	\$ 154.29
IVA 12%	\$ 0.00
(A) SERVICIO ELECTRICO (FACTURA)	\$ 154.29
(+C) VALORES PENDIENTES	\$ 477.30
(D) TOTAL SERVICIO ELECTRICO	\$ 631.59



*** SUBSIDIOS DEL GOBIERNO ***	
TARIFA DE LA DIGNIDAD	\$ 0.00
COCCION ELECTRICA:	\$ 0.00
CALENTAMIENTO DE AGUA:	\$ 0.00
SUBSIDIO TARIFA ELECTRICA:	\$ 63.66
TOTAL AHORRO:	\$ 63.66

CLAVE DE ACCESO.: 3009201801059004211000120010200055048562005091117



Ilustración 33 : Factura Electrica mes de Agosto



EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. ELEPCOSA

R.U.C.: 0590042110001

DIR. MATRIZ: MARQUES DE MAENZA 5-44 Y QUIJANO Y ORDONEZ

TELEFONO: 032812630, 032812640, 032812650, 032812660

CONTRIBUYENTE ESPECIAL NRO.: 4591

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI

FACTURA No.: 001-020-005288427

FORMA DE PAGO : Efectivo

AUTORIZACIÓN : 3008201801059004211000120010200052884272005091111

MES DE CONSUMO: AGOSTO/2018 --- FECHA DE EMISIÓN : 2018-08-30 FECHA DE VENCIMIENTO : 2018-09-19

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Razón Social/Apellidos y Nombres: APRODEMAG

Código Unico Eléctrico Nacional: 0600154948

RUC o Cédula de Ciudadanía : 0591718398001

Dirección de Servicio: BARRIO MACALO GRANDE MULALO

Dirección de Notificación: BARRIO MACALO GRANDE MULALO

Correo Electrónico: Cliente NO registra correo electrónico

Provincia: COTOPAXI

Cantón: LATACUNGA

Parroquia: MULALO

Geocódigo: 001-MUL-161-02135

Cliente: 135189

Cuenta: 154948

Medidor: 5796709

Tarifa: C -> Comercial

Lectura Anterior: 2,273 ~ 2018-08-01

Lectura Actual: 0 ~ 2018-08-31

Consumo en KWH.: 1,312 Días: 31

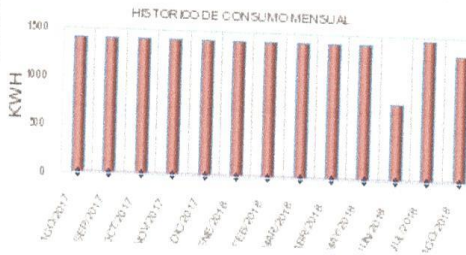
FACTURACION SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	IMPUESTO	VALOR TOTAL
Consumo	\$ 131.84	\$ 0.00	\$ 131.84
Comercialización	\$ 1.41	\$ 0.00	\$ 1.41
Tasa de Alumbrado Público	\$ 22.73	\$ 0.00	\$ 22.73
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO (A):			\$ 155.98

VALORES PENDIENTES	
MESES IMPAGOS	2
(C) VALOR ADEUDADO	\$ 319.55

* Valores a la Fecha de Emisión

SUBTOTAL 12%	\$ 0.00
SUBTOTAL 0%	\$ 155.98
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	\$ 155.98
IVA 12%	\$ 0.00
(A) SERVICIO ELECTRICO (FACTURA)	\$ 155.98
(+C) VALORES PENDIENTES	\$ 319.55
(D) TOTAL SERVICIO ELECTRICO	\$ 475.53



*** SUBSIDIOS DEL GOBIERNO ***	
TARIFA DE LA DIGNIDAD	\$ 0.00
COCCION ELECTRICA:	\$ 0.00
CALENTAMIENTO DE AGUA:	\$ 0.00
SUBSIDIO TARIFA ELECTRICA:	\$ 64.30
TOTAL AHORRO:	\$ 64.30

CLAVE DE ACCESO.: 3008201801059004211000120010200052884272005091111



Ilustración 34: Facturas de diésel del mes de Noviembre

ESTACIÓN DE SERVICIO
MULALÓ

Ortega Hugo Neptalí
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD
Dirección: Parroquia Mulaló, Barrio Centro,
calle Principal s/n. • Teléfono: (03) 2710 886
Celular: 0979 086 660 • Latacunga - Ecuador

FACTURA N°. 002-001-00 167226
RUC: 1703332955001 Aut. SRI.: 1123648864

Cliente: APRODEMAG Fecha: 11/11/2018
Dirección: MDCALW Telf.: _____
RUC: 0591718398001 Guía de Remisión: _____

CANT.	DETALLE	V. Unit.	V. TOTAL
	Galones Gasolina		
	Galones Diesel		44.44
	Aceites		
	Otros		

César Augusto Araujo Panchi • GRÁFICAS "LOS ANDES"
RUC. 0501661102001 • Aut. 1844 • 30 Libr. 1x1 del 166601 al 169600
Fecha de Autorización: 17/Octubre/2018 • Fecha de Caducidad: 17/Octubre/2019
Original: Adquirente / Copia: Emisor
<< Documento Categorizado: NO >>

SUB TOTAL 44.44
IVA 0% _____
IVA 12% 5.33
TOTAL \$ 49.78

f.) CLIENTE _____ f.) RESPONSABLE _____
FORMA DE PAGO EFECTIVO DINERO ELECTRÓNICO TARJETA DE CRÉDITO DÉBITO OTROS

ESTACIÓN DE SERVICIO
MULALÓ

Ortega Hugo Neptalí
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD
Dirección: Parroquia Mulaló, Barrio Centro,
calle Principal s/n. • Teléfono: (03) 2710 886
Celular: 0979 086 660 • Latacunga - Ecuador

FACTURA N°. 002-001-00 167021
RUC: 1703332955001 Aut. SRI.: 1123648864

Cliente: APRODEMAG Fecha: 3/11/2018
Dirección: MDCALW Telf.: _____
RUC: 0591718398001 Guía de Remisión: _____

CANT.	DETALLE	V. Unit.	V. TOTAL
	Galones Gasolina		
	Galones Diesel		44.44
	Aceites		
	Otros		

César Augusto Araujo Panchi • GRÁFICAS "LOS ANDES"
RUC. 0501661102001 • Aut. 1844 • 30 Libr. 1x1 del 166601 al 169600
Fecha de Autorización: 17/Octubre/2018 • Fecha de Caducidad: 17/Octubre/2019
Original: Adquirente / Copia: Emisor
<< Documento Categorizado: NO >>

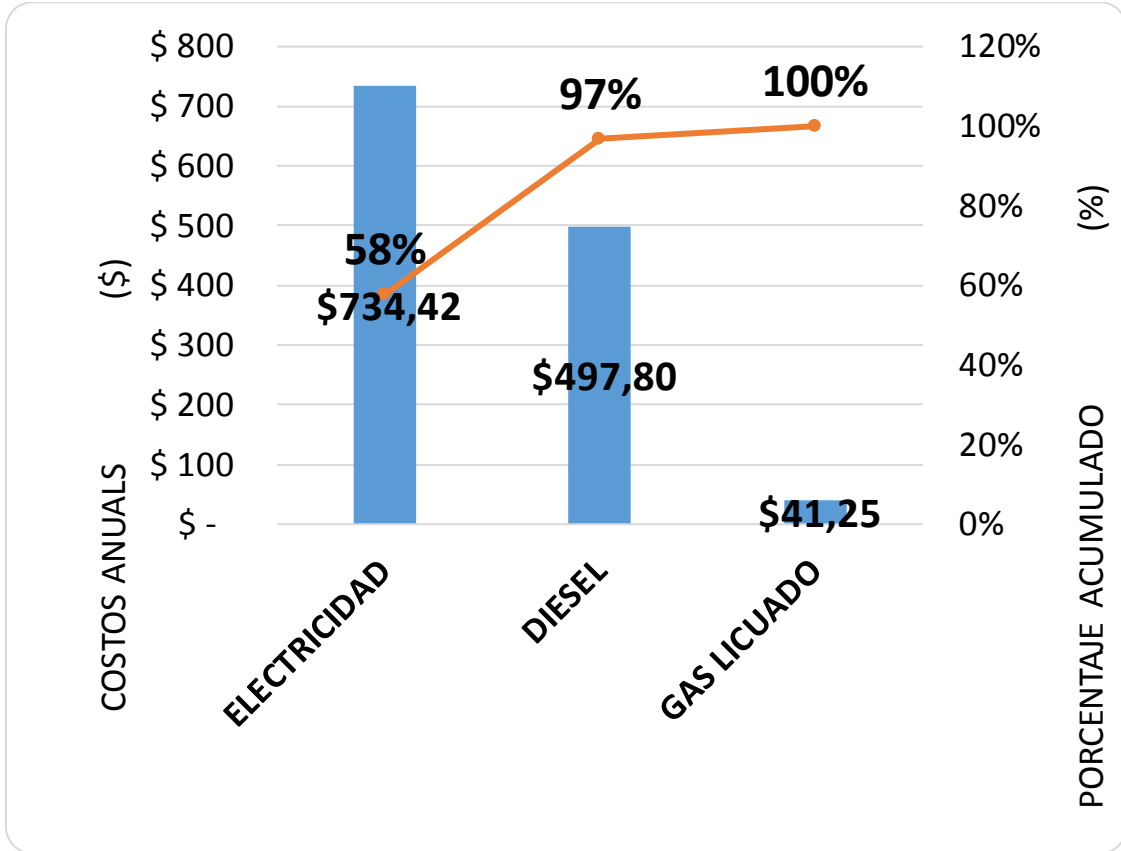
SUB TOTAL 44.44
IVA 0% _____
IVA 12% 5.33
TOTAL \$ 49.78

f.) CLIENTE _____ f.) RESPONSABLE _____
FORMA DE PAGO EFECTIVO DINERO ELECTRÓNICO TARJETA DE CRÉDITO DÉBITO OTROS

ANEXO C

GASTOS DE ELECTRICIDAD, AGUA Y GAS LICUADO DE LA EMPRESA

Ilustración 35: Diagrama de Pareto se establece el orden de relevancia de los gastos de la empresa



RELIZADO POR LOS AUTORES

ANEXO D

DATOS PARA LA OBTENCIÓN DE CÁLCULOS

Ilustración 36: Factor de ensuciamiento del agua potable (agua de ciudad)

Temperatura del medio calefactor	Hasta 240°F		240-400°F †	
Temperatura del agua	125°F o menos		Más de 125°F	
Agua	Velocidad del agua, pps		Velocidad del agua, pps	
	3 pies o menos	Más de 3 pies	3 pies o menos	Más de 3 pies
Agua de mar	0.0005	0.0005	0.001	0.001
Salmuera natural	0.002	0.001	0.003	0.002
Torre de enfriamiento y tanque con rocío artificial:				
Agua de compensación tratada	0.001	0.001	0.002	0.002
Sin tratar	0.003	0.003	0.005	0.004
Agua de la ciudad o de pozo (como Grandes Lagos)	0.001	0.001	0.002	0.002
Grandes Lagos	0.001	0.001	0.002	0.002
Agua de río:				
Mínimo	0.002	0.001	0.003	0.022
Mississippi	0.003	0.002	0.004	0.003
Delaware, Schylkil	0.003	0.002	0.004	0.003
East River y New York Bay	0.003	0.002	0.004	0.003
Canal sanitario de Chicago	0.008	0.006	0.010	0.008
Lodosa o turbia	0.003	0.002	0.004	0.003
Dura (más de 15 granos/gal)	0.003	0.003	0.005	0.005
Enfriamiento de máquinas	0.001	0.001	0.001	0.001
Destilada	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Alimentación tratada para calderas	0.001	0.0005	0.001	0.001
Purga de calderas	0.002	0.002	0.002	0.002

† Las cifras de las últimas dos columnas se basan en una temperatura del medio calefactor de 240 a 400°F. Si la temperatura de este medio es mayor de 400°F, y si se sabe que el medio enfriador forma depósitos, estas cifras deben modificarse convenientemente.

Fuente: (Huayamave Lainez, 2005)

Ilustración 37: Tabla con la viscosidad del agua

TABLA A-1
Masa molar, constante de gas y calores específicos de ciertas sustancias

Sustancia	Masa molar <i>M</i> , kg/kmol	Constante de gas <i>R</i> , kJ/kg · K*	Calores específicos a 25°C		
			<i>c_p</i> , kJ/kg · K	<i>c_v</i> , kJ/kg · K	<i>k</i> = <i>c_p</i> / <i>c_v</i>
Aire	28.97	0.2870	1.005	0.7180	1.400
Amoniaco, NH ₃	17.03	0.4882	2.093	1.605	1.304
Argón, Ar	39.95	0.2081	0.5203	0.3122	1.667
Bromo, Br ₂	159.81	0.05202	0.2253	0.1732	1.300
Isobutano, C ₄ H ₁₀	58.12	0.1430	1.663	1.520	1.094
<i>n</i> -Butano, C ₄ H ₁₀	58.12	0.1430	1.694	1.551	1.092
Carbono, bióxido de, CO ₂	44.01	0.1889	0.8439	0.6550	1.288
Carbono, monóxido de, CO	28.01	0.2968	1.039	0.7417	1.400
Cloro, Cl ₂	70.905	0.1173	0.4781	0.3608	1.325
Clorodifluorometano (R-22), CHClF ₂	86.47	0.09615	0.6496	0.5535	1.174
Etano, C ₂ H ₆	30.070	0.2765	1.744	1.468	1.188
Etileno, C ₂ H ₄	28.054	0.2964	1.527	1.231	1.241
Fluoruro, F ₂	38.00	0.2187	0.8237	0.6050	1.362
Helio, He	4.003	2.077	5.193	3.116	1.667
<i>n</i> -Heptano, C ₇ H ₁₆	100.20	0.08297	1.649	1.566	1.053
<i>n</i> -Hexano, C ₆ H ₁₄	86.18	0.09647	1.654	1.558	1.062
Hidrógeno, H ₂	2.016	4.124	14.30	10.18	1.405
Kriptón, Kr	83.80	0.09921	0.2480	0.1488	1.667
Metano, CH ₄	16.04	0.5182	2.226	1.708	1.303
Neón, Ne	20.183	0.4119	1.030	0.6180	1.667
Nitrógeno, N ₂	28.01	0.2968	1.040	0.7429	1.400
Óxido nítrico, NO	30.006	0.2771	0.9992	0.7221	1.384
Nitrógeno, bióxido de, NO ₂	46.006	0.1889	0.8060	0.6171	1.306
Oxígeno, O ₂	32.00	0.2598	0.9180	0.6582	1.395
<i>n</i> -Pentano, C ₅ H ₁₂	72.15	0.1152	1.664	1.549	1.074
Propano, C ₃ H ₈	44.097	0.1885	1.669	1.480	1.127
Propileno, C ₃ H ₆	42.08	0.1976	1.531	1.333	1.148
Agua, H ₂ O	18.015	0.4615	1.865	1.403	1.329
Sulfuro, bióxido de, SO ₂	64.06	0.1298	0.6228	0.4930	1.263
Tetraclorometano, CCl ₄	153.82	0.05405	0.5415	0.4875	1.111
Tetrafluoroetano (R-134a), C ₂ H ₂ F ₄	102.03	0.08149	0.8334	0.7519	1.108
Trifluoroetano (R-143a), C ₂ H ₃ F ₃	84.04	0.09893	0.9291	0.8302	1.119
Xenón, Xe	131.30	0.06332	0.1583	0.09499	1.667

Fuente: Adaptado de (Yunus A. Cengel, 2011)

Ilustración 38: Viscosidad del agua

TABLA A-9
Propiedades del agua saturada

Temp., T °C	Presión de saturación, <i>P</i> _{sat} , kPa	Densidad, <i>ρ</i> kg/m ³		Entalpia de vaporización, <i>h</i> _g , kJ/kg	Calor específico, <i>c_p</i> , J/kg · K		Conductividad térmica, <i>k</i> W/m · K		Viscosidad dinámica, <i>μ</i> kg/m · s		Número de Prandtl, Pr		Coeficiente de expansión volumétrica, <i>β</i> 1/K	
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor		
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2 501	4 217	1854	0.561	0.0171	1.792 × 10 ⁻³	0.922 × 10 ⁻⁵	13.5	1.00	-0.068 × 10 ⁻³	
5	0.8721	999.9	0.0068	2 490	4 205	1857	0.571	0.0173	1.519 × 10 ⁻³	0.934 × 10 ⁻⁵	11.2	1.00	0.015 × 10 ⁻³	
10	1.2276	999.7	0.0094	2 478	4 194	1862	0.580	0.0176	1.307 × 10 ⁻³	0.946 × 10 ⁻⁵	9.45	1.00	0.733 × 10 ⁻³	
15	1.7051	999.1	0.0128	2 466	4 185	1863	0.589	0.0179	1.138 × 10 ⁻³	0.959 × 10 ⁻⁵	8.09	1.00	0.138 × 10 ⁻³	
20	2.339	998.0	0.0173	2 454	4 182	1867	0.598	0.0182	1.002 × 10 ⁻³	0.973 × 10 ⁻⁵	7.01	1.00	0.195 × 10 ⁻³	
25	3.169	997.0	0.0231	2 442	4 180	1870	0.607	0.0186	0.891 × 10 ⁻³	0.987 × 10 ⁻⁵	6.14	1.00	0.247 × 10 ⁻³	
30	4.246	996.0	0.0304	2 431	4 178	1875	0.615	0.0189	0.798 × 10 ⁻³	1.001 × 10 ⁻⁵	5.42	1.00	0.294 × 10 ⁻³	
35	5.628	994.0	0.0397	2 419	4 178	1880	0.623	0.0192	0.720 × 10 ⁻³	1.016 × 10 ⁻⁵	4.83	1.00	0.337 × 10 ⁻³	
40	7.384	992.1	0.0512	2 407	4 179	1885	0.631	0.0196	0.653 × 10 ⁻³	1.031 × 10 ⁻⁵	4.32	1.00	0.377 × 10 ⁻³	
45	9.593	990.1	0.0655	2 395	4 180	1892	0.637	0.0200	0.596 × 10 ⁻³	1.046 × 10 ⁻⁵	3.91	1.00	0.415 × 10 ⁻³	
50	12.35	988.1	0.0831	2 383	4 181	1900	0.644	0.0204	0.547 × 10 ⁻³	1.062 × 10 ⁻⁵	3.55	1.00	0.451 × 10 ⁻³	
55	15.76	985.2	0.1045	2 371	4 183	1908	0.649	0.0208	0.504 × 10 ⁻³	1.077 × 10 ⁻⁵	3.25	1.00	0.484 × 10 ⁻³	
60	19.94	983.3	0.1304	2 359	4 185	1916	0.654	0.0212	0.467 × 10 ⁻³	1.093 × 10 ⁻⁵	2.99	1.00	0.517 × 10 ⁻³	
65	25.03	980.4	0.1614	2 346	4 187	1926	0.659	0.0216	0.433 × 10 ⁻³	1.110 × 10 ⁻⁵	2.75	1.00	0.548 × 10 ⁻³	
70	31.19	977.5	0.1983	2 334	4 190	1936	0.663	0.0221	0.404 × 10 ⁻³	1.126 × 10 ⁻⁵	2.55	1.00	0.578 × 10 ⁻³	
75	38.58	974.7	0.2421	2 321	4 193	1948	0.667	0.0225	0.378 × 10 ⁻³	1.142 × 10 ⁻⁵	2.38	1.00	0.607 × 10 ⁻³	
80	47.39	971.8	0.2935	2 309	4 197	1962	0.670	0.0230	0.355 × 10 ⁻³	1.159 × 10 ⁻⁵	2.22	1.00	0.653 × 10 ⁻³	
85	57.83	968.1	0.3536	2 296	4 201	1977	0.673	0.0235	0.333 × 10 ⁻³	1.176 × 10 ⁻⁵	2.08	1.00	0.670 × 10 ⁻³	
..

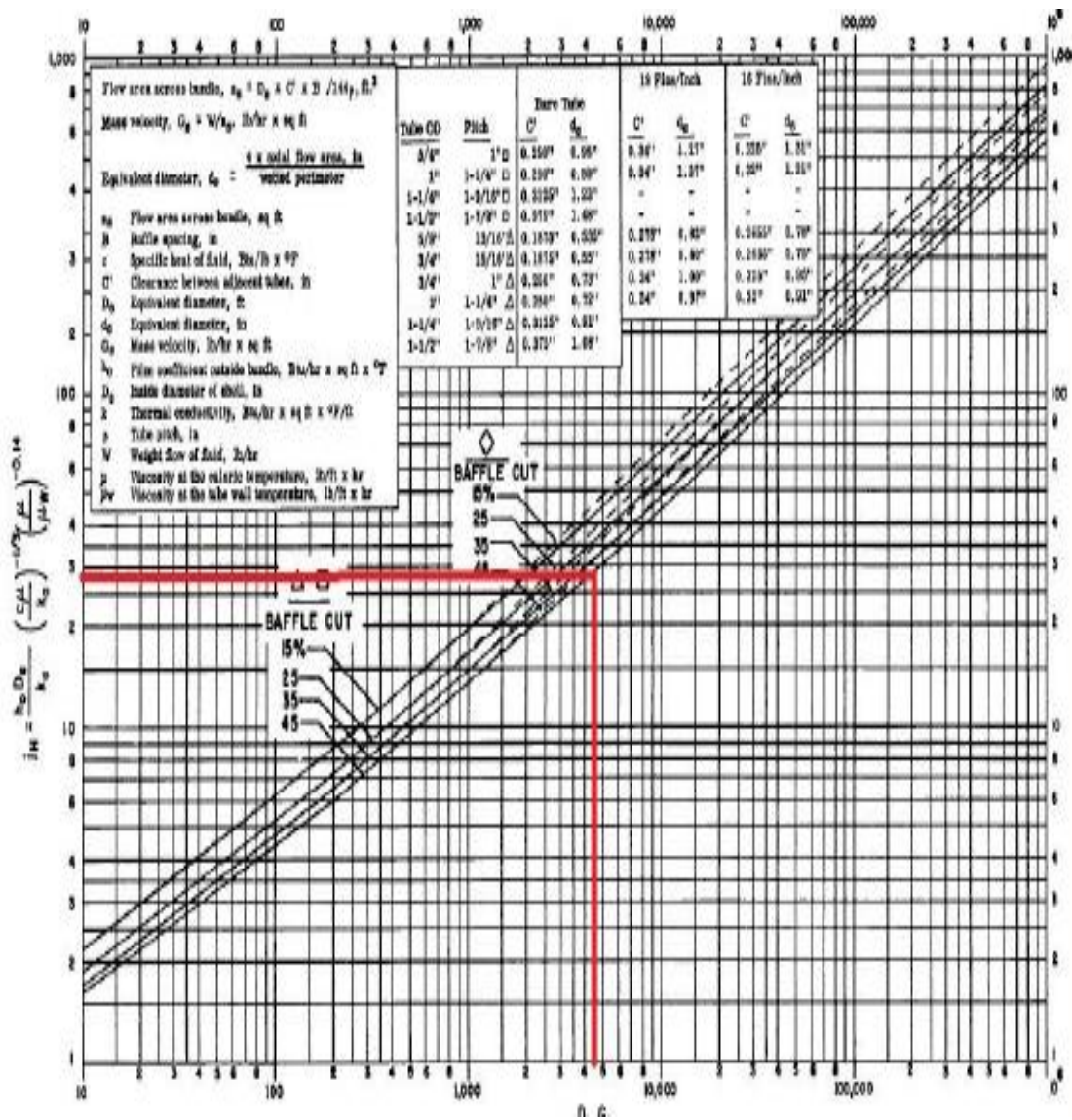
Fuente: (Yunus A. Cengel, 2011)

Ilustración 39: Factor de conversiones

Factores de conversión		
DIMENSIÓN	MÉTRICA	MÉTRICA/INGLESA
Aceleración	1 m/s ² – 100 cm/s ²	1 m/s ² – 3.2808 ft/s ² 1 ft/s ² – 0.3048* m/s ²
Área	1 m ² – 10 ⁴ cm ² – 10 ⁶ mm ² – 10 ⁻⁶ km ²	1 m ² – 1 550 in ² – 10.764 ft ² 1 ft ² – 144 in ² – 0.09290304* m ²
Densidad	1 g/cm ³ – 1 kg/L – 1 000 kg/m ³	1 g/cm ³ – 62.428 lbm/ft ³ – 0.036127 lbm/in ³ 1 lbm/in ³ – 1 728 lbm/ft ³ 1 kg/m ³ – 0.062428 lbm/ft ³
Energía, calor, trabajo, energía interna, entalpía	1 kJ – 1 000 J – 1 000 Nm – 1 kPa · m ³ 1 kJ/kg – 1 000 m ² /s ² 1 kWh – 3 600 kJ 1 cal ^l – 4.184 J 1 IT cal ^l – 4.1868 J 1 Cal ^l – 4.1868 kJ	1 kJ – 0.94782 Btu 1 Btu – 1.055056 kJ – 5.40395 psia · ft ³ – 778.169 lbf · ft 1 Btu/lbm – 25 037 ft ² /s ² – 2.326* kJ/kg 1 kJ/kg – 0.430 Btu/lbm 1 kWh – 3 412.14 Btu 1 therm – 10 ⁸ Btu – 1.055 × 10 ⁸ kJ (gas natural)
Fuerza	1 N – 1 kg · m/s ² – 10 ⁵ dina 1 kgf – 9.80665 N	1 N – 0.22481 lbf 1 lbf – 32.174 lbm · ft/s ² – 4.44822 N
Flujo de calor	1 W/cm ² – 10 ⁴ W/m ²	1 W/m ² – 0.3171 Btu/h · ft ²
Rapidez de generación de calor	1 W/cm ³ – 10 ⁶ W/m ³	1 W/m ³ – 0.09665 Btu/h · ft ³
Coefficiente de transferencia de calor	1 W/m ² · °C – 1 W/m ² · K	1 W/m ² · °C – 0.17612 Btu/h · ft ² · °F
Longitud	1 m – 100 cm – 1 000 mm 1 km – 1 000 m	1 m – 39.370 in – 3.2808 ft – 1.0926 yd 1 ft – 12 in – 0.3048* m 1 milla – 5 280 ft – 1.6093 km 1 in – 2.54* cm
Masa	1 kg – 1 000 g 1 tonelada métrica – 1 000 kg	1 kg – 2.2046226 lbm 1 lbm – 0.45359237* kg 1 onza – 28.3495 g 1 slug – 32.174 lbm – 14.5939 kg 1 tonelada corta – 2 000 lbm – 907.1847 kg
Potencia, rapidez de transferencia de calor	1 W – 1 J/s 1 kW – 1 000 W – 1.341 hp 1 hp ^l – 745.7 W	1 kW – 3412.14 Btu/h – 737.56 lbf · ft/s 1 hp – 550 lbf · ft/s – 0.7068 Btu/s – 42.41 Btu/min – 2 544.5 Btu/h – 0.74570 kW 1 hp de caldera – 33 475 Btu/h 1 Btu/h – 1.055056 kJ/h 1 tonelada de refrigeración – 200 Btu/min
Presión	1 Pa – 1 N/m ² 1 kPa – 10 ³ Pa – 10 ⁻³ MPa 1 atm – 101.325 kPa – 1.01325 bars – 760 mmHg a 0°C – 1.03323 kgf/cm ² 1 mmHg – 0.1333 kPa	1 Pa – 1.4504 × 10 ⁻⁴ psia – 0.020886 lbf/ft ² 1 psia – 144 lbf/ft ² – 6.894757 kPa 1 atm – 14.696 psia – 29.92 inHg a 30°F 1 inHg – 3.387 kPa
Calor específico	1 kJ/kg · °C – 1 kJ/kg · K	1 Btu/lbm · °F – 4.1868 kJ/kg · °C

Fuente: (Yunus A. Cengel, 2011)

Ilustración 40: Tabla para encontrar el Factor jH



Fuente: (Huayamave Lainez, 2005)

ANEXO E

CARACTERIZACIÓN DEL SUERO LÁCTEO DE LA EMPRESA APRODEMAG

Ilustración 41: Caracterización suero obtenido del queso fresco



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ALIM- 26959
ORDEN DE TRABAJO No 60273

SOLICITADO POR:	ANGULO RICHARD
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO EL ROSAL
MUESTRA DE:	SUERO
DESCRIPCIÓN:	SUERO DE LECHE
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/12/2018
HORA DE RECEPCIÓN:	08:01
FECHA DE ANÁLISIS:	12-18/12/2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	19/12/2018
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LIQUIDO
Contenido: 1L	
OBSERVACIONES:	M1
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	1.28	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	92.45	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.92	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	0.48	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	4.87	Cálculo
Sólidos Totales	%	7.55	MAL-13/ AOAC 925.10
Acidez (ácido láctico)	%	0.12	MAL-01/AOAC 947.05
pH	-	5.86	MAL - 52/AOAC 981.12
Densidad de líquidos a 20°C	g/ml	1.0421	MAL-58

Dr. Geovany Garófalo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



1 / 1

RAL -4-1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Ilustración 42: Caracterización del lacto suero del queso tipo maduro



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ALIM- 26960
ORDEN DE TRABAJO No 60273

SOLICITADO POR:	ANGULO RICHARD
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO EL ROSAL
MUESTRA DE:	SUERO
DESCRIPCIÓN:	SUERO DE LECHE
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/12/2018
HORA DE RECEPCIÓN:	08:01
FECHA DE ANÁLISIS:	12-18/12/2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	19/12/2018
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LÍQUIDO
Contenido: 1L	
OBSERVACIONES:	M2
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	1.15	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	93.30	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.57	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	0.45	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	4.53	Cálculo
Sólidos Totales	%	6.71	MAL-13/ AOAC 925.10
Acidez (ácido láctico)	%	0.09	MAL-01/AOAC 947.05
pH	-	6.24	MAL - 52/AOAC 981.12
Densidad de Líquidos a 20°C	g/ml	1.0315	MAL-58



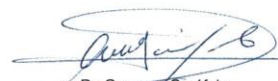


Dr. Geovany Garófalo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



Ilustración 43: Solidos Totales y Humedad Página 3

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	SÓLIDOS (TOTALES) Y HUMEDAD (32.1.03 MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 13
		Página 1 de 3
		REVISION: 4

3. DISCUSION GENERAL.

Consiste en la determinación de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a 130 °C por el tiempo de una hora

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Cápsulas (aluminio o porcelana)
- Palillos
- Balanza analítica E-AL-60b, E-AL-13 Intervalo de operación 0.0001-220 g
- Desecador
- Estufa E-AL-05
- Baño de agua E-AL-11
- Arena Lavada
- Licuadora E-AL-89
- Timer E-AL-17 o E-AL-18 o E-AL-77

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Para alimentos con baja humedad:

- Si la muestra es cereales y derivados, chocolate en polvo y derivados se debe mezclar bien (en el envase de original de preferencia), mediante agitación, si fuese necesario transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar antes de proceder a pesar.
- En caso de granos y muestras heterogéneas, triturar las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.

Para alimentos con humedad alta o líquidos:

- Esperar a que la muestra tenga temperatura ambiente, homogenizar bien agitando la muestra en el envase. De ser necesario licuar, transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar antes de proceder a pesar.

PROCEDIMIENTO B: (para alimentos con mayor cantidad de grasa como cárnicos, lácteos y derivados, chocolates y derivados, etc.)

En una cápsula (con palillo y arena tratada), tarada, enfriada, y pesada, pesar una cantidad de muestra bien mezclada entre 3 y 5g. Mezclar la muestra con la arena y colocar la cápsula en la estufa por 1 hora a 130 ± 3°C. (el período

R-4.3-00 / Rev 2

Ilustración 44: Sólidos Totales y Humedad Página 2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	SÓLIDOS (TOTALES) Y HUMEDAD (32.1.03 MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-13.
		Página 2 de 3
		REVISION: 4

de una hora de secado empieza cuando la temperatura de la estufa es de 130°C). Al finalizar el tiempo de secado, transfírela a un desecador y pese tan pronto como alcance la temperatura ambiente, el ensayo se realiza por duplicado.

PROCEDIMIENTO C: (para líquidos)

En una cápsula de porcelana con palillo que ha sido, tarada, enfriada en desecador y pesada apenas alcanza la temperatura ambiente pesar una porción de muestra bien mezclada entre 10 g y 15 g, Llevar al baño de agua caliente hasta que haya perdido la mayor cantidad de humedad posible, de aquí pasar a la estufa por alrededor de 2 minutos a 130 ± 3°C.

Al finalizar el tiempo de secado, transfírela a un desecador y pese tan pronto como alcance la temperatura ambiente, el ensayo se realiza por duplicado.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

$$\text{humedad \%} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde:

A = peso en gramos de muestra,

B = peso en gramos de la cápsula más muestra húmeda, y

C = peso en gramos de la cápsula más muestra seca.


Reporte el residuo como porcentaje de sólidos totales y la pérdida de peso como porcentaje de humedad (método indirecto).

12. INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO

HUMEDAD:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % humedad (factor K=2)</u>
CEREALES	4.00-13.00%	0.24
CARNICOS	34.00-86.00%	0.78
HARINA DE PESCADO	6.00-10.50%	0.15
LECHE EN POLVO	3.00-8.50%	0.19
LÁCTEOS	11.50-64.44%	1.03
CHOCOLATES Y DERIVADOS	0.87-5.56%	0.27
QUESOS	36.00-65.00%	0.77

Ilustración 45: Solidos Totales y Humedad Página 1

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	SÓLIDOS (TOTALES) Y HUMEDAD (32.1.03 MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-13.
		Página 3 de 3
		REVISION: 4


SOLIDOS TOTALES:

MATRIZ	RANGO DE TRABAJO	U % humedad (factor K=2)
LECHE Y DERIVADOS	9.00-75.00 %	0.62
FRUTAS Y DERIVADOS	10.00-76.00%	0.73

13. REFERENCIAS

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 925.10
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de items de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación de la balanzas analíticas Mettler Toledo y Denver Instrumental IEAL5.5-13b y IEAL 5.5-22
- Instructivo de operación de la estufa IEAL5.5-08
- Instructivo de seguridad Alimentos IAL-5.3-12

Ilustración 46: Ceniza Pág.1

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	CENIZAS MÉTODO DIRECTO (32.1.05 MÉTODO OFICIAL AOAC 923.03) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 02
		PAGINA 1 de 2
		REVISION: 4

3. DISCUSION GENERAL.

La ceniza de un producto alimenticio es el residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica a 550°C por un tiempo establecido.

4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Crisoles
- Balanza analítica E-AL-60b, E-AL-13 Intervalo de operación 0,0001-220 g
- Desecador
- Cocineta E-AL-28, E-AL-88, E-AL-115
- Mufla E-AL-06, E-AL-07, que mantenga 550°C ±10°C
- Baño de agua E-AL-11
- Licuadora E-AL-89

5. REACTIVOS

- Agua para análisis
- Ácido nítrico concentrado

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Para alimentos sólidos con baja humedad como harinas y derivados, granos, chocolates y derivados, etc.:

Se debe mezclar bien la muestra, moler y triturar hasta obtener una muestra lo más fina y homogénea posible, si la muestra ya es polvo homogenizar bien, si fuese necesario transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar bien antes de proceder a pesar.


Para alimentos líquidos como yogurt, leche, crema de leche, refrescos, etc.:

Esperar a que la muestra tenga temperatura ambiente, homogenizar bien agitando la muestra tres veces en el envase, si fuese necesario transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar bien antes de proceder a pesar.

PROCEDIMIENTO C: (para alimentos líquidos como yogurt, leche, crema de leche, refrescos, etc.)

Pese una porción bien mezclada de 1 a 3 g de muestra, en un crisol para cenizas relativamente ancho que ha sido quemado, enfriado en desecador y pesado apenas alcanza la temperatura ambiente. Llevar al baño de agua caliente hasta que haya perdido la mayor cantidad de humedad posible, de aquí pasar a la plancha eléctrica e ir quemando hasta cese de desprendimiento de humo, a continuación quemar en un mufla (al rojo leve) hasta obtener una ceniza gris clara, o hasta peso constante. Enfríe en desecador y pese cuando se alcance la temperatura ambiente.

Ilustración 47: Cenizas Pag.2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	CENIZAS MÉTODO DIRECTO (32.1.05 MÉTODO OFICIAL AOAC 923.03) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 02.
		Página 2 de 2
		REVISION: 4

Nota: En el caso de que las cenizas obtenidas sean oscuras, se debe retirar los crisoles y esperar a que se enfríen, colocar unos mililitros de agua para análisis y unas gotas de ácido nítrico, llevar a sequedad en una cocineta (a baja temperatura para evitar pérdidas de muestra) y volver a colocar en la mufla para calcinar nuevamente.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS:

$$\text{ceniza \%} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde A = Peso en gramos de muestra,
B = peso en gramos, del crisol mas ceniza, y
C = peso en gramos del crisol vacío.

Reporte la ceniza como % en peso, con respecto a la muestra original.


12. INCERTIDUMBRE DEL METODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % ceniza (factor K=2)</u>
CEREALES	0.50 - 7.00%	0.25
CARNICOS	1.00 - 6.00%	0.12
HNA. DE PESCADO	11.00 - 22.00%	0.76
LACTEOS Y DERIVADOS	5.00-8.00%	0.09
CHOCOLATES Y DERIVADOS	1.22-6.11%	0.21

13. REFERENCIAS:

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 923.03
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de items de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación de las muflas IEAL5.5-07
- Instructivo de operación de las balanzas analíticas: IEAL5.5-13b y IEAL 5.5.-22
- Instructivo de seguridad Alimentos IAL-5.3-12

Ilustración 48: Grasa (Cruda) Pág. 1

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL- 03
		PÁGINA: 1 DE 4
		REVISION: 5

1. OBJETIVO:

Establecer las directrices necesarias para realizar el análisis de grasa en alimentos como:

2. DISCUSION GENERAL

Los constituyentes grasos de los alimentos son diversas sustancias lipídicas. El contenido de "grasa" (algunas veces llamado extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda), el cual puede ser considerado como formado de constituyentes lípidos "libres" es aquel que puede ser extraído por los disolventes menos polares, como fracciones ligeras del petróleo y éter etílico, mientras que los lípidos "enlazados" requieren disolventes más polares para su extracción. Estos pueden separarse por hidrólisis u otros tratamientos químicos para obtener el lípido libre, de aquí que la cantidad de lípido extraído de un producto alimenticio dependa del método de análisis usado.


La materia soluble es extraída de muestras secas por un tratamiento de dos etapas con solvente éter dietílico una de inmersión y una de lavado. El solvente se recupera por condensación extrayéndose el material soluble. La grasa (cruda) se determina por pesada luego de secado.

3. MATERIALES Y EQUIPOS:

- a. Sistema de Extracción, E-AL-12.- Capaz de extraer simultáneamente 6 muestras de prueba. Unidad de extracción para adición de solvente en vasos, con proceso de extracción de dos etapas, y ciclo de recuperación de solvente. Unidad de servicio para proveer aceite caliente a través de un sistema de tubos aislados a la unidad de extracción y a una bomba de aire para la evaporación de las últimas trazas de solvente de los vasos (El sistema Soxhlet cumple con estas especificaciones).
- b. Dedales y soportes.- Dedales de celulosa, de 26 x 60mm, y un soporte para sostener 6 dedales
- c. Vasos de Extracción.- Al, 44id. 60mm de alto
- d. Núcleos de Ebullición de vidrio esféricos
- e. Estufa, E-AL-05.- Capaz de mantener $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- f. Balanza analítica, E-AL-60b y E-AL-13; Intervalo de operación 0,0001-220 g.
- g. Cocineta E-AL-28, E-AL-88, E-AL-115
- h. Desecador.
- i. Erlenmeyers 250ml, 500ml
- j. Probetas 50ml, 100ml
- k. Vasos de precipitación 50ml, 100ml
- l. Embudo

R-4.3-00 / Rev 2

Ilustración 49: Grasa (Cruda) Pág. 2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL-03
		PÁGINA: 2 DE 4
		REVISION: 5

Los equipos de (a) a (c) están disponibles como el sistema Soxhlet de Perstorp Analytical/ Tecator, Inc., 2875 C towerview Rd, Rendón, VA 22071, USA.

4. Reactivos

- Éter dietílico
- Arena
- Algodón.- Desengrasado
- Ácido Clorhídrico concentrado ó grado técnico
- Agua para análisis

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Dejar que la muestra tenga la temperatura ambiente
- Para harinas y derivados, chocolates en polvo y derivados realizar una homogenización previa, mezclando bien (en el recipiente original de preferencia) mediante agitación, si fuese necesario se puede transvasar al recipiente de muestra correspondiente y proceder a pesar.
- En caso de granos y muestras heterogéneas como cárnicos, chocolates etc., triturar las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, transvasar al recipiente de muestra correspondiente homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.
- Para muestras líquidas como leche, yogurt, refrescos, etc. se procede a homogenizar bien la muestra agitando en el envase antes de pesar, en caso de que las muestras contengan sólidos se tritura hasta lograr partículas lo más finas posibles dispersas en el líquido, transvasar al recipiente de muestra correspondiente homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.

- HIDRÓLISIS PARA LÁCTEOS, YOGURT, LÍQUIDOS EN GENERAL:


- Pesar en un erlenmeyer, entre 15 y 25 g de muestra, añadir aproximadamente 60 ml de ácido clorhídrico y 70 ml de agua.
- Someter a hidrólisis mediante calentamiento a partir de que comienza a hervir tomar 30 minutos, todo el tratamiento se debe realizar dentro de la sorbona.

- FILTRACIÓN:

- Después de la hidrólisis se retira de la cocineta, dejar enfriar.
- Retirar de la sorbona y proceder a filtrar la muestra, sobre papel filtro doblado y previamente humedecido para evitar pérdida de muestra.

R-4.3-00 / Rev 2

Ilustración 50: Grasa (Cruda) Pág. 3

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL-03
		PÁGINA: 3 DE 4
		REVISION: 5

- Filtrar el hidrolizado y lavar el erlenmeyer con agua caliente evitando pérdidas.
- Lavar la muestra retenida en el papel filtro con aproximadamente 500 ml de agua (se elimina la acidez del hidrolizado).
- Una vez concluido el lavado se procede a retirar con cuidado el papel filtro y se lo coloca en una cápsula, identificando cada una de ellas con el número correspondiente a la muestra, secar el papel con el filtrado en la estufa por un tiempo aproximado de 15 minutos (ir verificando la sequedad del papel para evitar que se queme). En el caso de dejar que se seque el filtrado a temperatura ambiente se puede continuar con la extracción al día siguiente verificando la sequedad del papel y su contenido.
- Cuando el papel se encuentra seco se introduce cuidadosamente en los capuchones de celulosa, se limpia la cápsula contenedora cuidadosamente con algodón empapado en éter dietílico en productos con alta cantidad de grasa como mayonesa, mantequilla, crema de leche, chocolates, etc, para evitar pérdida de grasa adherida a la cápsula, en el resto de alimentos como harinas y derivados, leche, yogurt, granos, etc se puede obviar este paso pues la cápsula no se ve contaminada de grasa.

- EXTRACCIÓN:

- Pese exactamente un vaso de extracción, previamente lavado y secado a 130 °C por lo menos una hora.
- Encender el extractor de grasa E-AL-12 y abrir el flujo del agua del condensador.
- Adherir a las columnas de extracción los capuchones que contienen las muestras.
- Añadir suficiente éter dietílico (alrededor de 50 ml) dentro de cada vaso para cubrir los capuchones cuando estén en posición de inmersión.
- Colocar los vasos debajo las columnas de extracción y fijarlos en el lugar correspondiente cerrando el equipo con la palanca prevista.
- Colocar las columnas de extracción en la posición de inmersión y asegurarse de que los dedales se encuentren sumergidos en el solvente y hervir por 25 minutos.
- Cuando ha transcurrido los 25 minutos levantar los capuchones y colocar en la posición de lavado y extraer en esta posición por 30 minutos.
- Después de corridos los 30 minutos cerrar las llaves de las columnas de extracción para recuperar la mayor cantidad de solvente y alcanzar la sequedad aparente en los vasos.
- Dejar que la temperatura del equipo baje entre 40°C a 50°C.
- Remover los vasos de extracción del extractor de grasa y colocar en la sorbona para finalizar la evaporación del solvente a baja temperatura cuando sea necesario, si no lo requiere llevar los vasos directamente a la estufa.
- Secar los vasos de extracción en la estufa por alrededor de 2 minutos para eliminar los restos de solvente y la humedad residual existente.
- Llevar los vasos con la grasa al desecador y enfriar hasta temperatura ambiente y tomar el peso del vaso más la grasa.

Ilustración 51: Grasa (Cruda) Pág. 3

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA)	CODIGO: MAL-03
	MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN)	PÁGINA: 4 DE 4
	39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	REVISION: 5

- Realizar cada 15 días un blanco de grasa con todos los reactivos y materiales de extracción para verificar que no exista aporte de grasa en los materiales utilizados.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

$$\text{grasa, \%} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde

- A = peso en gramos de muestra,
- B = peso en gramos del vaso de extracción después de secado, y
- C = peso en gramos del vaso de extracción antes de la extracción.

Reporte la grasa como % en peso, con respecto a la muestra original.


12. INCERTIDUMBRE DEL METODO:

MATRIZ	RANGO DE TRABAJO	U % grasa (factor K=2)
CEREALES	1.00 – 5.60%	0.06
	5.61 – 14.00%	0.60
CARNICOS	3.00 – 38.00%	0.39
HARINA DE PESCADO	6.71 – 10.00%	0.24
LECHE EN POLVO	27.00 – 30.00%	1.00
LÁCTEOS Y DERIVADOS	0.33 – 3.61 %	0.05
	8.32 – 46.51 %	0.52
CHOCOLATES Y DERIVADOS	3.15 – 43.65 %	11.31

13. REFERENCIAS

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 991.36
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de items de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación del extractor de grasa IEAL 5.5-05
- Instructivo de operación de las balanzas analíticas Mettler Toledo y Denver Instrumental IEAL 5.5-13 y IEAL 5.5-22.
- Instructivo de operación de la estufa IEAL 5.5-08.
- Instructivo de seguridad alimentos IAL-5.3-12

Ilustración 52: Acidez Pág.1

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	ACIDEZ (33.2.06 MÉTODO OFICIAL AOAC 947.05) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 01
		Página 1 de 3
		REVISION: 5

1. OBJETIVO:

Establecer las directrices necesarias para realizar el análisis de acidez en alimentos como:

- Lácteos y derivados
- Frutas y derivados

3. DISCUSION GENERAL.

La acidez se mide por titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado, y el resultado se expresa en términos de un ácido dado.

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Balanza analítica, E-AL-60b; E-AL-13 Intervalo de operación 0,0001-220 g.
- Erlenmeyer de 125ml, 250ml
- Bureta de 10ml; aproximación 0.05ml
- Bureta digital E-AL-23
- Piceta
- Probeta de 50ml, 100ml
- Licuadora E-AL-89

5. REACTIVOS

- Agua para análisis
- Fenolftaleína 1%
- NaOH 0.1N

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:


Esperar a que la muestra se encuentre a temperatura ambiente, mezclar bien en el recipiente original de preferencia y si fuese necesario triturar la muestra.

f.- PROCEDIMIENTO A (Para lácteos)

Mida o pese una cantidad apropiada de muestra (10 ml o 10 g) en un erlenmeyer y diluya con el doble de agua para análisis libre de CO₂ (20ml), neutralizada. Añada 1 ml de fenolftaleína y títule con NaOH 0.1 N hasta el primer rosado persistente. Si se usó un volumen medido de muestra, determine el peso utilizando la gravedad específica de la muestra.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

Ilustración 53: Acidez Pág.2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	ACIDEZ (33.2.06 MÉTODO OFICIAL AOAC 947.05) MODIFICADO	CODIGO: MAL-01.
		Página 2 de 2
		REVISION: 5

$$acidez \% = \frac{(N_{NaOH} \times pmeq \text{ ácido} \times V \times 100)}{m}$$

Dónde: N = normalidad de NaOH

V = volumen en ml de NaOH utilizados

m = peso de muestra en gramos

Reporte la acidez como % de ácido láctico por peso en el caso de leches y derivados o como % de ácido cítrico en frutas y derivados.

El resultado puede expresarse también como ml de NaOH 0.1N/ 100 g de muestra.


12. INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % ácido</u> <u>(factor K=2)</u>
LECHE Y DERIVADOS	0.10-1.00% ác. láctico	0.04% ác. láctico
FRUTAS Y DERIVADOS	1.72-7.81% ác. cítrico	2.39% ác. cítrico

13. REFERENCIAS:

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 947.05
- Manual de Procedimientos; Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación de las balanzas IEAL5.5-13b, IEAL5.5-22
- Instructivo de seguridad alimentos IAL-5.3-12
- Instructivo de operación de la Bureta digital IEAL5.5-24

Ilustración 54: Determinación de potencial de hidrogeno Pág.1

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) (42.1.04 METODO OFICIAL AOAC 981.12)MODIFICADO	CODIGO: MAL- 52
		PÁGINA: 1 DE 2
		REVISION: 7

3. DISCUSION GENERAL.

pH es la medición de la actividad del ión hidrógeno e indica la acidez. Se puede medir mediante la determinación del potencial eléctrico entre los electrodos de vidrio y de referencia, utilizando equipos comerciales estandarizados con soluciones estándares de tampones de pH.

Es el logaritmo negativo de la concentración molar de hidrogeniones.

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Vasos de precipitación 10ml, 50ml, 100ml, 250ml
- Potenciómetro E-AL-67
- Balanza analítica E-AL-60b, E-AL-13; Intervalo de operación 0.0001-220g
- Piceta
- Destilador de agua E-AL-24
- Varilla de Agitación
- Agitadores magnéticos E-AL-63
- Licuadora E-AL-89

5. REACTIVOS

- Agua para análisis
- Buffer pH 4
- Buffer pH 7

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Para alimentos sólidos

Se debe mezclar bien la muestra, moler y triturar hasta obtener una muestra lo más fina y homogénea posible.

Si la muestra ya es polvo homogenizar bien.


Para alimentos líquidos:

Esperar a que la muestra tenga temperatura ambiente y homogenizar bien agitando la muestra en el envase y de ser necesario licuar.

f.- PROCEDIMIENTO A (Para alimentos líquidos)

Verter una porción de la muestra en un vaso de precipitación y determinar el pH sumergiendo los electrodos en la muestra dejando que se estabilice unos minutos y anotar la lectura. Enjuagar, secar los electrodos y repetir la medición en una nueva

Ilustración 55: Determinación de potencial de hidrogeno Pág.2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) (42.1.04 METODO OFICIAL AOAC 981.12) MODIFICADO	CODIGO: MAL-52
		PAGINA: 2 de 4
		REVISION: 7

porción del producto de prueba. Determinar dos valores de pH en cada producto de prueba. Lecturas en concordancia indican que el producto de prueba es homogéneo.

PROCEDIMIENTO B (Para alimentos sólidos)

Realizar una dilución al 10% de la muestra en agua para análisis, agitar durante media hora hasta que las partículas estén totalmente suspendidas, dejar reposar 10 minutos, decantar el sobrenadante y pasar a un vaso de precipitación, luego determinar el pH sumergiendo los electrodos en la muestra dejando que se estabilice unos minutos y anotar la lectura. Enjuagar, secar los electrodos y repetir la medición en una nueva porción del producto de prueba. Determinar dos valores de pH en cada producto de prueba. Lecturas en concordancia indican que el producto de prueba es homogéneo.

Nota: Luego de la calibración y verificación del potenciómetro enjuagar y secar el electrodo, una vez listo sumergir en el alimento y medir el pH.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

Reportar la media de dos mediciones.


12. INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO:

<u>MATRIZ</u>		<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U (unidad de pH) (factor K=2)</u>
FRUTAS DERIVADOS	Y	2.30 - 3.87	0.02

13. REFERENCIAS:

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 981.12
- Manual de Procedimientos; Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación del potenciómetro IEAL-04

Ilustración 56: Proteína cruda Pág.1

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	PROTEÍNA CRUDA	CODIGO: MAL- 04
	MÉTODO DE DIGESTIÓN EN BLOQUE (39.1.19 MÉTODO OFICIAL AOAC 981.10)	PÁGINA: 1 DE 3
	MODIFICADO	REVISION: 7

1. DISCUSION GENERAL

Este método se basa en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado entre 400°C - 420°C en presencia de catalizadores metálicos para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoníaco, el cual queda en solución en forma de sulfato de amonio. El digerido, una vez alcalinizado se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es recogido sobre ácido bórico y cuantificado por titulación con ácido clorhídrico normalizado.

2. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Bloque de digestión y su vidriería asociada.- E-AL-66, R.ESPINAR, S.L
- Unidad de neutralización de gases Scruber E-AL-117 ó trampa de agua.
- Unidad de destilación y su vidriería asociada.- E-AL-65, o equivalente.
- Balanza analítica, E-AL-60b, E-AL-13; Intervalo de operación 0,0001-220 g.
- Erlenmeyer 250ml, 500ml
- Bureta digital E-AL-42; Intervalo de operación 0.00-50.00ml
- Bureta de vidrio 50 ml, 25ml
- Probeta 25ml, 50ml, 100ml
- Licuadora E-AL-89
- Núcleos de ebullición de vidrio
- Timer E-AL-18, E-AL-17, E-AL-77

3. REACTIVOS:

- Tabletas de Catalizador.- De 5g para método Wieninger Sulfato de cobre/selenio (Merck o equivalentes).
- Solución de ácido bórico al 4%. - Disuelva 4 g de H₃BO₃ en agua conteniendo 0.7 ml de solución alcohólica al 0.1% de rojo de metilo y 1.0 mL de solución alcohólica al 0.1% de verde de bromocresol y diluya a 100 ml con agua.
- Solución de Hidróxido de sodio.- 50% (se utilizan alrededor de 100 ml por análisis).
- Solución estándar de ácido clorhídrico.- 0.1 N
- Peróxido de hidrógeno.- 30-35%
- Ácido Sulfúrico.- concentrado
- Agua para análisis

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Dejar que la muestra tenga la temperatura ambiente.
- Para harinas y derivados realizar una homogenización previa, mezclando bien (en el recipiente original de preferencia) mediante agitación.

R-4.3-00 / Rev. 2

Ilustración 57: Proteína cruda Pág.2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	PROTEÍNA CRUDA	CODIGO: MAL-04
	MÉTODO DE DIGESTIÓN EN BLOQUE (39.1.19 MÉTODO OFICIAL AOAC 981.10)	PÁGINA: 2 DE 3
	MODIFICADO	REVISION: 7

- En caso de muestras sólidas, granos y muestras heterogéneas como cárnicos etc., triturar las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, transvasar al recipiente de muestra correspondiente, homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.
- Para muestras de leche fluida o derivados líquidos se procede a homogenizar bien la muestra agitándola en el envase, se puede transvasar al recipiente de muestra para facilitar el análisis y homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de pesar.

f.- PROCEDIMIENTO


PARA CÁRNICOS, CEREALES, LACTEOS:

- Pese entre 0.5 y 1g de muestra homogenizada en papel libre de nitrógeno y transfiera a un tubo de digestión de 250 ml.
- Coloque los tubos en una sorbona y añada un núcleo de ebullición, una tableta catalizadora, aproximadamente 12 ml de H₂SO₄ y 2,5 ml de H₂O₂.
- Deje que la reacción cese y coloque los tubos en el bloque de digestión, adaptado a la unidad de Neutralización de gases (Scrubber) y encenderlo ó en su defecto adaptar la salida de los gases a una trampa de agua.
- Para utilizar el equipo E-AL-66 R.ESPINAR, S.L. prender el regulador de temperatura y dejar que suba paulatinamente hasta llegar a 400°C – 420°C, luego apagar y desconectar el regulador.
- Dejar enfriar la muestra digerida en el bloque de digestión durante aproximadamente 30 minutos hasta que el digestado este claro, luego retirar los tubos y dejar enfriar al ambiente por aproximadamente 20 minutos. No permita que precipite. Si se forma precipitado vuelva a calentar.
- Añada cuidadosamente 50 ml de H₂O para análisis en cada tubo.
- Coloque la solución de NaOH al 50% en el tanque para álcali del equipo de destilación con vapor, verificando a la par que exista suficiente agua en el tanque correspondiente.
- Acople el tubo de digestión conteniendo el digestado diluido a la unidad de destilación. Coloque un matraz colector que contenga 25 ml de solución de H₃BO₃ con la mezcla de Indicadores en la plataforma de recepción, con el tubo del condensador extendido por debajo de la superficie de la solución absorbente.
- Destile con vapor hasta recolectar alrededor de 125 ml (la solución colector se vuelve verde por el NH₃ liberado) el destilador automático indica el momento final de la destilación.
- Remueva el tubo de digestión y el matraz colector de la unidad.
- Titule la solución absorbente con solución valorada 0.1N de HCl hasta el punto final de color gris neutro y registre el volumen de ácido requerido.
- Titule un blanco con los reactivos de manera similar.

4. CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS:

R-4.3-00 / Rev 2

Ilustración 58: Proteína cruda Pág.2

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	PROTEÍNA CRUDA MÉTODO DE DIGESTIÓN EN BLOQUE (39.1.19 MÉTODO OFICIAL AOAC 981.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-04
		PÁGINA: 3 DE 3
		REVISION: 7

$$\% N = ((V_A - V_B) \times 0.014 \times N \times 100) / \text{g de muestra}$$

$$\% \text{ Proteína} = ((V_A - V_B) \times 0.014 \times N \times \text{Factor de proteína} \times 100) / \text{g de muestra}$$

Donde:

V_A y V_B = volumen de solución estándar de HCl requerida para la muestra y para el blanco respectivamente;

0.014 = peso mili equivalente de Nitrógeno;

N= normalidad de la solución de HCl estandarizada; y

factor de proteína: 6.38 = leche y productos lácteos

5.70 = harina de trigo y fideos

6.25 = productos cárnicos y otros

Reporte la proteína como % en peso, con respecto a la muestra original.

11. INCERTIDUMBRE DEL METODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % proteína (factor K=2)</u>
CEREALES	7.00-47.00%	1.14
CARNICOS	10.00-20.00%	0.43
HARINA DE PESCADO	38.00-41.00%	0.92
LECHE EN POLVO	23.00-34.00%	0.90
LÁCTEOS Y DERIVADOS	1.00 - 18.00 %	0.13

12. REFERENCIAS

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 981.10
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación del destilador de proteína IEAL-5.5-02
- Instructivo de operación del digestor de proteína IEAL-5.5-03, IEAL-5.5-03b.
- Instructivo de operación de la balanzas analíticas Mettler Toledo y Denver Instrumental IEAL-5.5-13b y IEAL5.5-22
- Instructivo de operación de la bureta digital IEAL-5.5-09
- Instructivo de seguridad alimentos IAL-5.3-12

Ilustración 59: Lista de equipos

LISTA DE EQUIPOS

AREA: ALIMENTOS

CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE	OBS.
E-AL-13	BALANZA	DENVER INSTRUMENT	PI-214	PI214118003	F
E-AL-11	BAÑO DE AGUA	IMPERIAL III	18800	678	F
E-AL-23	BURETA DIGITAL	BRAND	-----	10H92040	F
E-AL-28	COCINETA	UMCO	UM5505	JP0114	F
E-A- 24	DESTILADOR DE AGUA	DURASTIL	46C01	84754	F
E-AL-65	DESTILADOR DE PROTEÍNA	VELP SCIENTIFICA	UDK 127	58926	F
E-AL-66	DIGESTOR DE PROTEÍNA	R.ESPINAR, SL	RTTD	30945	F
E-AL-05	ESTUFA	THELCO	MODEL17	21-Ac-9	F
E-AL-12	EXTRACTOR DE GRASA	VELP SCIENTIFICA	101242	3980460	F
E-AL-07	MUFLA	NABER	L51 SP	N/A	F
E-AL-67	POTENCIÓMETRO	INOLAB	PH720	6410925	F
E-AL-01	TERMÓMETRO DIGITAL	FISHER SCIENTIFIC	14-648-44	101422778	F
E-AL-18	TIMER	CONTROL COMPANY	62344-904	S/N 80596148	F



L 5.5-05

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Ilustración 60: Orden de trabajo Análisis físico- químico



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ORDEN DE TRABAJO N° 000060273

Emitido el 11/Dic/2018 - 08:03 - 619SE

ANALISIS FISICO QUIMICO Y/O MICROBIOLOGICO Y/O BROMATOLOGICO

1.- Solicitado por: ANGULO RICHARD / No. 59343
 2.- Dirección: TAMBILLO EL ROSAL
 3.- RUC/CC: 1723332159 Teléfono: 3680107
 4.- Tipo de Muestra: SUERO
 5.- N° de Muestras: 2 Código asignado: M1, M2
 6.- Descripción de la Muestra/s: SUERO DE LECHE

a) Lote: _____ Contenido: _____

b) Fecha Elab.: XXX Fecha Venc.: 1L

7.- Fecha de Recepción: XXX Hora de recepción: XXX

8.- Enviado a: 2018.12.11 Naturaleza del análisis: 08:01

9.- Asignado a: ALIMENTOS F.O

10.- Observaciones: DR. GEOVANY GARFALO

DIEGOANGULO22@HOTMAIL.COM.RESULTADOS EN 10 DIAS LAB.METODOS INDICADOS AL CLIENTE
E SEGUN CATALOGO

11.- PARAMETROS DEL ANALISIS: PROTEINA-PROXI(2) 36.00/GRASA-PROXIMA(2) 36.00/

HUMEDAD-PROXI(2) 16.00/CENIZAS-PROXI(2) 16.00/CARBOHIDRATOS(2) 10.00/SOLIDOS TOTAL(2) 20.00/
DENSIDAD DE LI(2) 20.00/ACIDEZ-OTROS(2) 26.00/PH-OTROS-ALIM(2) 10.00/



12.- Costo del Análisis: _____

VALOR	DESC.	SUBTOTAL	I.V.A.	A PAGAR
190.00	0.00	190.00	22.80	212.80

AUTORIZADO POR: _____ CLIENTE: _____

RECIBIDO POR: _____

NOTA: UNA VEZ REVISADO Y FIRMADO EL PRESENTE DOCUMENTO, NO SE ACEPTAN CAMBIOS EN EL INFORME DE RESULTADOS

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gato Sobral • Telefax: 2502 - 262 / 2502 - 456 Ext 21/ 15 • e-mail: laboratoriososp@hotmail.com
Quito - Ecuador

La FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, es exenta de todo impuesto según R.O N° 77 del 15 de mayo del 2000, Capítulo 11, Art. 83. Los Centros de Educación Superior, Públicos y Particulares cofinanciados por el estado están exentos del pago de toda clase de impuestos y contribuciones fiscales, municipales, especiales o adicionales, incluyendo la contribución a la Contraloría General del Estado.

Impr: 0056001 al 0066000
ORIGINAL BLANCO: CLIENTE
COPIAS EN ESTE / VERDE / ROSADO

R-4-11

ANEXO F

CATALOGO PARA SELECCIÓN DE MATERIAL

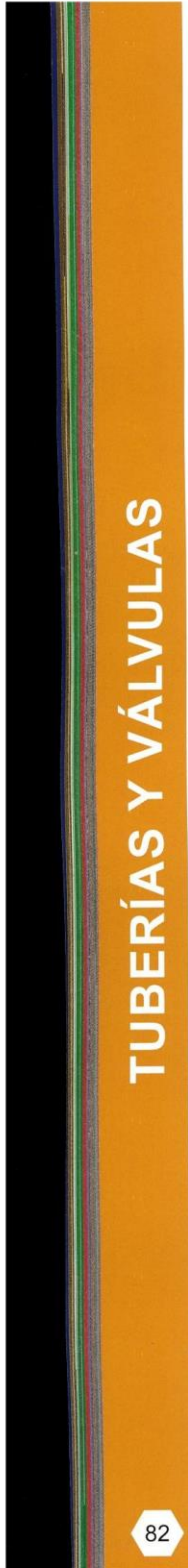
Ilustración 61: Catalogo de MEGAPRODUCTOS

MEGAPRODUCTOS
Nuestra **CALIDAD** está en el **SERVICIO**

CATÁLOGO GENERAL

www.megaproductos.com.ec

Ilustración 62: Tubería y válvulas



ROSCABLE PP

LÍNEA DORADA				CUATRITUBO				ROSCABLE GR (AGUA FRI)			
Código	plg	long.	Empaque	Código	plg	long.	Empaque	Código	plg	long.	Empaque
A926106	1/2	6m	10	A926100	1/2	6m	10	A926092	1/2	6m	25
A926108	3/4	6m	10	A926102	3/4	6m	10	A926094	3/4	6m	20
A926105	1	6m	10	A926099	1	6m	10	A926091	1	6m	10
A926104	1 1/4	6m	5	A926098	1 1/4	6m	5	A926090	1 1/4	6m	5
A926103	1 1/2	6m	5	A926097	1 1/2	6m	5	A926089	1 1/2	6m	5
A926107	2	6m	5	A926101	2	6m	5	A926093	2	6m	5

ADAPTADOR PARA TANQUE C/JUNTA				CODDO HH 90°				CODDO HH 4			
Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque	
A926942	1/2	20		A924865	1/2	300		A924864	1/2	75	
A926943	3/4	15		A924863	3/4	250		A924866	3/4	80	
A924447	1	15		A924956	1	100		A924957	1	20	
A924446	1 1/4	30		A924879	1 1/4	50		A924878	1 1/4	30	
A924445	1 1/2	10		A924877	1 1/2	50		A924876	1 1/2	20	
A924448	2	20		A924882	2	30		A924881	2	10	

CODDO CACHIMBA MH 90°				TAPÓN MACHO				TAPÓN HEMBI			
Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque	
A926804	1/2	80		A925582	1/2	300		A926643	1/2	20	
A924875	3/4	50		A925584	3/4	150		A925578	3/4	10	
				A925581	1	80		A925576	1	70	
				A925580	1 1/4	60					
				A925579	1 1/2	40					
				A925583	2	30					

REDUCTOR BUSHING				TEE				UNIÓN UNIVERS.			
Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque	
A924649	1/2 x 1 1/4	250		A925674	1/2	200		A926408	1/2	20	
A924737	1/2 x 3/8	200		A925675	3/4	60		A926806	3/4	15	
A924743	3/4 x 1/2	175		A925673	1	30		A926407	1	30	
A926808	1 x 1/2	100		A925631	1 1/4	15		A926409	1 1/4	15	
A926809	1 x 3/4	100		A925630	1 1/2	30		A926398	1 1/2	30	
A924735	1 1/4 x 1/2	60		A925633	2	20		A926410	2	20	
A924736	1 1/4 x 3/4	60									
A924734	1 1/4 x 1	60									
A924732	1 1/2 x 1/2	50									
A924733	1 1/2 x 3/4	50									
A924730	1 1/2 x 1	50									
A924731	1 1/2 x 1 1/4	50									
A924741	2 X 1/2	30									
A924742	2 X 3/4	30									
A924738	2 X 1	30									
A924740	2 x 1 1/4	30									

UNIÓN R.R.				UNI REDUCTORA			
Código	plg	Empaque		Código	plg	Empaque	
A926329	1/2	100		A926807	3/4 x 1/2	60	
A926327	3/4	50		A924723	1 x 3/4	50	
A926328	1	80		A924722	1 x 1 1/2	50	
A926293	1 1/4	40					
A926292	1 1/2	25					
A926294	2	15					

Ilustración 63: Tuberías y pegas

MEGAPRODUCTOS
Nuestra CALIDAD está en el SERVICIO

PLASTIGAMA

ROSCABLE PP

 <p>CODO DE REDUCCIÓN HH 90°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A924869</td> <td>¾ x ½</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A924869	¾ x ½	40	 <p>CODO 90° CON INSERTO METÁLICO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A924880</td> <td>½</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A924880	½	40	 <p>TEE HH CON INSERTO METÁLICO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925632</td> <td>½</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A925632	½	40																																																
Código	plg	Empaque																																																																		
A924869	¾ x ½	40																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A924880	½	40																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A925632	½	40																																																																		
 <p>UNIÓN HH CON INSERTO METÁLICO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A926330</td> <td>½</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A926330	½	80	 <p>TEE REDUCCIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925729</td> <td>¾ x ½</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>A925728</td> <td>1 x ¾</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>A925727</td> <td>1 x ½</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A925729	¾ x ½	150	A925728	1 x ¾	100	A925727	1 x ½	100	 <p>PUENTE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A926524</td> <td>½</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>A926525</td> <td>¾</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A926524	½	70	A926525	¾	60																																							
Código	plg	Empaque																																																																		
A926330	½	80																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A925729	¾ x ½	150																																																																		
A925728	1 x ¾	100																																																																		
A925727	1 x ½	100																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A926524	½	70																																																																		
A926525	¾	60																																																																		
 <p>NEPLO C/TUERCA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925348</td> <td>½</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>A926805</td> <td>¾</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>A925325</td> <td>1</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>A925321</td> <td>1 ½</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>A925317</td> <td>1 ½</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>A925328</td> <td>2</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Código	plg	Empaque	A925348	½	150	A926805	¾	100	A925325	1	50	A925321	1 ½	60	A925317	1 ½	40	A925328	2	30	<p>NEPLO 6 cm</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925350</td> <td>½</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>A925344</td> <td>¾</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>A926834</td> <td>1</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>NEPLO 8 cm</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A926991</td> <td>½</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>A926990</td> <td>¾</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> 	Código	plg	Empaque	A925350	½	125	A925344	¾	75	A926834	1	50	Código	plg	Empaque	A926991	½	100	A926990	¾	50	<p>NEPLO 10 cm</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925349</td> <td>½</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>A925351</td> <td>¾</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>A925346</td> <td>1</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table> <p>NEPLO 15 cm</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>plg</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A926642</td> <td>½</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>A925352</td> <td>¾</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>A925326</td> <td>1</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> 	Código	plg	Empaque	A925349	½	75	A925351	¾	50	A925346	1	40	Código	plg	Empaque	A926642	½	60	A925352	¾	60	A925326	1	50
Código	plg	Empaque																																																																		
A925348	½	150																																																																		
A926805	¾	100																																																																		
A925325	1	50																																																																		
A925321	1 ½	60																																																																		
A925317	1 ½	40																																																																		
A925328	2	30																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A925350	½	125																																																																		
A925344	¾	75																																																																		
A926834	1	50																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A926991	½	100																																																																		
A926990	¾	50																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A925349	½	75																																																																		
A925351	¾	50																																																																		
A925346	1	40																																																																		
Código	plg	Empaque																																																																		
A926642	½	60																																																																		
A925352	¾	60																																																																		
A925326	1	50																																																																		

SANITARIA PREMIUM

 <p>REJILLA SIFONADA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diámetro</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A927154</td> <td>50mm</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Diámetro	Empaque	A927154	50mm	20	 <p>TAPÓN HEMBRA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diámetro</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925558</td> <td>50mm</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>A925559</td> <td>75mm</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>A925552</td> <td>110mm</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>A925553</td> <td>160mm</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>A925554</td> <td>200mm</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Diámetro	Empaque	A925558	50mm	30	A925559	75mm	25	A925552	110mm	15	A925553	160mm	40	A925554	200mm	10	 <p>TAPÓN MACHO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diámetro</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925596</td> <td>50mm</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>A925597</td> <td>75mm</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>A925590</td> <td>110mm</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>A925591</td> <td>160mm</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>A925592</td> <td>200mm</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Diámetro	Empaque	A925596	50mm	30	A925597	75mm	20	A925590	110mm	15	A925591	160mm	20	A925592	200mm	10			
Código	Diámetro	Empaque																																													
A927154	50mm	20																																													
Código	Diámetro	Empaque																																													
A925558	50mm	30																																													
A925559	75mm	25																																													
A925552	110mm	15																																													
A925553	160mm	40																																													
A925554	200mm	10																																													
Código	Diámetro	Empaque																																													
A925596	50mm	30																																													
A925597	75mm	20																																													
A925590	110mm	15																																													
A925591	160mm	20																																													
A925592	200mm	10																																													
 <p>ADAPTADOR DE LIMPIEZA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diámetro</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A924443</td> <td>50mm</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>A924444</td> <td>75mm</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>A926387</td> <td>110mm</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>A924442</td> <td>160mm</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Diámetro	Empaque	A924443	50mm	10	A924444	75mm	20	A926387	110mm	12	A924442	160mm	1	 <p>BUJE REDUCTOR</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diámetro</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925378</td> <td>75mm x 50mm</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>A925376</td> <td>110mm x 50mm</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>A925377</td> <td>110mm x 75mm</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>A925375</td> <td>160mm x 110mm</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Diámetro	Empaque	A925378	75mm x 50mm	60	A925376	110mm x 50mm	30	A925377	110mm x 75mm	30	A925375	160mm x 110mm	1	 <p>DESAGÜE LAVAPLATOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diámetro</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A940193</td> <td>1 1/2"</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A940191</td> <td>1 1/4"</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Diámetro	Empaque	A940193	1 1/2"	1	A940191	1 1/4"	1						
Código	Diámetro	Empaque																																													
A924443	50mm	10																																													
A924444	75mm	20																																													
A926387	110mm	12																																													
A924442	160mm	1																																													
Código	Diámetro	Empaque																																													
A925378	75mm x 50mm	60																																													
A925376	110mm x 50mm	30																																													
A925377	110mm x 75mm	30																																													
A925375	160mm x 110mm	1																																													
Código	Diámetro	Empaque																																													
A940193	1 1/2"	1																																													
A940191	1 1/4"	1																																													
 <p>KALIPEGA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Presentación</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925464</td> <td>20cc</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>A925463</td> <td>125cc</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>A925465</td> <td>250cc</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>A925467</td> <td>500cc</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>A925468</td> <td>946cc</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>A925466</td> <td>3785cc</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Presentación	Empaque	A925464	20cc	60	A925463	125cc	24	A925465	250cc	50	A925467	500cc	32	A925468	946cc	12	A925466	3785cc	4	 <p>POLIPEGA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Presentación</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925471</td> <td>200cc</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>A925473</td> <td>946cc</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>A925472</td> <td>3785cc</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Presentación	Empaque	A925471	200cc	16	A925473	946cc	12	A925472	3785cc	4	 <p>POLILIMPIA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Presentación</th> <th>Empaque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A925401</td> <td>125cc</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>A925400</td> <td>1000cc</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>A925402</td> <td>Galón</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Presentación	Empaque	A925401	125cc	18	A925400	1000cc	12	A925402	Galón	4
Código	Presentación	Empaque																																													
A925464	20cc	60																																													
A925463	125cc	24																																													
A925465	250cc	50																																													
A925467	500cc	32																																													
A925468	946cc	12																																													
A925466	3785cc	4																																													
Código	Presentación	Empaque																																													
A925471	200cc	16																																													
A925473	946cc	12																																													
A925472	3785cc	4																																													
Código	Presentación	Empaque																																													
A925401	125cc	18																																													
A925400	1000cc	12																																													
A925402	Galón	4																																													

info@megaproductos.com.ec | www.megaproductos.com.ec

Ilustración 64: Accesorios presión EC

MEGAPRODUCTOS
Nuestra CALIDAD está en el SERVICIO

PLASTIGAMA

ACCESORIOS PRESIÓN EC

 <p>Adaptador ASTM-ISO E/C</p> <ul style="list-style-type: none"> 1/2" a 20mm 3/4" a 25mm 1" a 32mm 1 1/4" a 40mm 1 1/2" a 50mm 2" a 63mm 3" a 90mm 4" a 110mm 6" a 160mm 8" a 200mm 	 <p>Adaptador H CR E/C</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm a 1/2" 25mm a 1/4" 25mm a 3/4" 32mm a 1" 40mm a 1 1/4" 50mm a 1 1/2" 63mm a 2" 90mm a 3" 110mm a 4" 160mm a 6" 200mm a 8" 	 <p>Adaptador M CR E/C</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm a 1/2" 25mm a 3/4" 32mm a 1" 40mm a 1 1/4" 50mm a 1 1/2" 63mm a 2" 63/75mm a 2" 75/90mm a 2" 75/90mm a 3" 90mm a 3" 110mm a 4" 160mm a 6" 200mm a 8"
 <p>Brida Inyectada Camp. E/C</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 63mm 75mm 90mm 110mm 160mm 200mm 250mm 	 <p>Codo E/C 45°</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm, 25mm, 32mm, 40mm, 50mm, 63mm, 75mm, 90mm, 110mm, 125mm, 140mm, 160mm, 200mm 	 <p>Codo E/C 90°</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm, 25mm, 32mm, 40mm, 50mm, 63mm, 75mm, 90mm, 110mm, 125mm, 140mm, 160mm, 200mm, 225mm, 250mm.
 <p>Codo L/R E/C 11.25°</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 63mm 90mm 110mm 160mm 200mm 	 <p>Codo L/R E/C 22.5°</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 63mm 75mm 90mm 110mm 160mm 200mm 	 <p>Codo L/R E/C 45°</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 50mm 63mm 90mm 110mm 160mm 200mm <p>TERMOFORMADO</p>
 <p>Codo L/R E/C 90°</p> <p>TERMOFORMADO</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm 25mm 32mm 40mm 50mm 63mm 90mm 110mm 160mm 200mm 	 <p>Collarín De Derivación</p> <p>Diámetro</p> <p>Desde 20mm hasta 250mm</p> <p>Con derivaciones desde 1/2" hasta 2"</p> <p>Con Refuerzo</p>	 <p>Cruz CC P E/C</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 25mm 32mm 40mm 50mm 63mm 90mm 110mm
 <p>Tapón Hembra E/C</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm 25mm 32mm 40mm 50mm 63mm 75mm 90mm 110mm 125mm 140mm 160mm 200mm 	 <p>Tee E/C</p> <p>Diámetro</p> <ul style="list-style-type: none"> 20mm 25mm 32mm 40mm 50mm 63mm 75mm 90mm 110mm 125mm 140mm 160mm 200mm 250mm 	 <p>Tee Reductora E/C</p> <p>Diámetro (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 25 a 20 32 a 20 32 a 25 40 a 20 40 a 25 40 a 32 50 a 20 50 a 25 50 a 32 63 a 25 63 a 32 63 a 40 75 a 25 75 a 32 75 a 40 75 a 50 90 a 25 90 a 32 90 a 40 90 a 50 110 a 25 110 a 32 110 a 40 110 a 50 110 a 63 125 a 63 125 a 75 125 a 90 125 a 110 160 a 90 160 a 110 160 a 110 200 a 160

TUBERÍAS Y VÁLVULAS

Ilustración 65: Tubos de presión EC

MEGAPRODUCTOS
Nuestra CALIDAD está en el SERVICIO

PLASTIGAMA


ACCESORIOS PRESIÓN EC

Reductor Buje E/C



Diámetro (mm)		
25 a 20	50 a 32	140 a 110
32 a 20	50 a 40	140 a 125
32 a 25	63 a 50	160 a 110
40 a 20	75 a 63	160 a 125
40 a 25	90 a 75/63	160 a 140
40 a 32	110 a 90	200 a 160
50 a 20	110 a 90/63	900 75/63
50 a 25	125 a 110	

Reductor Largo E/C



Diámetro (mm)	
25 a 20	63 a 40
32 a 20	63 a 50
40 a 20	75 a 50
40 a 25	75 a 63
50 a 20	90 a 40
50 a 25	90 a 50
50 a 32	90 a 75/63
50 a 40	110 a 50
63 a 25	110 a 75
63 a 32	

Unión CC E/C



Diámetro	
20mm	75mm
25mm	90mm
32mm	110mm
40mm	160mm
50mm	200mm
63mm	

TUBOS DE PRESIÓN EC

Diámetro Nominal mm	COD.	Serie s	Espesor de Pared mm	Diámetro Interior mm	Presión de Trabajo		
					MPa	Kgf/cm ²	Lb/plg ²
20.00	926939	10	1.1	17.8	1.25	12.75	181.25
	925983	6.3	1.5	17.0	2.00	20.40	290.00
25.00	926940	12.5	1.1	22.8	1.00	10.20	145.00
	925994	8.0	1.5	22.0	1.60	16.32	232.00
32.00	926941	16.0	1.1	29.8	0.80	8.16	116.00
	926004	10.0	1.6	28.8	1.25	12.75	181.25
40.00	926938	20.0	1.1	37.8	0.63	6.43	91.35
	926020	12.5	1.6	36.8	1.00	10.20	145.00
50.00	926018	10.0	1.9	36.2	1.25	12.75	181.25
	926021	20.0	1.3	47.4	0.63	6.43	91.35
63.00	926023	16.0	1.6	46.8	0.80	8.16	116.00
	926026	12.5	2.0	46.0	1.00	10.20	145.00
75.00	926024	10.0	2.4	45.2	1.25	12.75	181.25
	926029	20.0	1.6	59.8	0.63	6.43	91.35
90.00	926031	16.0	2.0	59.0	0.80	8.16	116.00
	926033	12.5	2.5	58.0	1.00	10.20	145.00
110.00	926032	10.0	3.0	57.0	1.25	12.75	181.25
	926035	25.0	1.5	72.0	0.50*	5.10	72.50
160.00	926036	20.0	1.9	71.2	0.63	6.43	91.35
	926040	16.0	2.3	70.4	0.80	8.16	116.00
200.00	926041	25.0	1.8	86.4	0.50*	5.10	72.50
	926042	20.0	2.2	85.6	0.63	6.43	91.35
250.00	926043	16.0	2.8	84.4	0.80	8.16	116.00
	926046	12.5	3.5	83.0	1.00	10.20	145.00
300.00	926044	10.0	4.3	81.4	1.25	12.75	181.25
	925950	25.0	2.2	105.6	0.50*	5.10	72.50
350.00	925952	20.0	2.7	104.6	0.63	6.43	91.35
	925953	16.0	3.4	103.2	0.80	8.16	116.00
400.00	925956	12.5	4.2	101.6	1.00	10.20	145.00
	925954	10.0	5.3	99.4	1.25	12.75	181.25
450.00	925967	25.0	3.2	153.6	0.50*	5.10	72.50
	925968	20.0	4.0	152.0	0.63	6.43	91.35
500.00	925969	16.0	4.9	150.2	0.80	8.16	116.00
	925972	12.5	6.2	147.6	1.00	10.20	145.00
550.00	925970	10.0	7.7	144.6	1.25	12.75	181.25
	925975	25.0	3.9	192.2	0.50*	5.10	72.50
600.00	925976	20.0	4.9	190.2	0.63	6.43	91.35
	925977	16.0	6.2	187.6	0.80	8.16	116.00
650.00	925979	12.5	7.7	184.6	1.00	10.20	145.00
	925981	10.0	9.6	180.8	1.25	12.75	181.25



TUBERÍAS Y VÁLVULAS

Ilustración 66: Tanques sistema Titán

TANQUE SISTEMA TITÁN

TANQUE ENTERRADO
(CISTERNA)



Código	Capacidad litros	B (mm)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	Empaque
A925481	1200	1100	1545	1200	400	1
A925482	2000	1200	1900	1425	620	1
A965728	4000	1924	1960	1574	600	1

Especificaciones Técnicas



Ilustración 67: Tanques cilindro vertical / tipo botella



MEGAPRODUCTOS
Nuestra CALIDAD está en el SERVICIO

PLASTIGAMA

TANQUE CILÍNDRICO VERTICAL / TIPO BOTELLA

Especificaciones Técnicas

- Elaborados en polietileno con materia prima 100% virgen.
- Higiénico, paredes lisas evitan el crecimiento de bacterias.
- Hermético, tapa de traba con seguro giratorio.



Tapa de Traba.
Con seguro giratorio,
garantiza la calidad del agua.



Mayor
Rigidez.

Bordes Planos.
Facilitan instalación.

Código	Capacidad litros	A (mm)	B (mm)	H (mm)	Empaque
A926833	2500	550	1400	1520	1
A925480	1100	550	1120	1465	1
A926595	600	550	871	1215	1
A925494	500	550	860	1165	1
A925493	250	550	690	880	1

Empaque

1
1

2580380

info@megaproductos.com.ec | www.megaproductos.com.ec

Ilustración 68: Tanques apilables cónicos

TANQUES APILABLES CÓNICOS

- Pared maciza, elaborados con polietileno 100% virgen.
- Hermético, tapa a presión.
- Apilable, permite el ahorro de espacio al almacenar.
- Higiénico, paredes lisas evitan el crecimiento de bacterias.

Especificaciones Técnicas



Código	Capacidad litros	A1 (mm)	A2 (mm)	H (con tapa) (mm)	Empaque
A925489	250	790	590	860	1
A925491	500	1010	780	950	1
A925486	1000	1250	920	1200	1
A925478	2000	1570	1180	1610	1

TANQUE CILÍNDRICO HORIZONTAL

- Bases planas, que permiten mayor estabilidad.
- Hermético, con tapa de traba.
- Pared maciza, elaborado con polietileno 100% virgen.
- Higiénico, paredes lisas evitan el crecimiento de bacterias.

Especificaciones Técnicas



Código	Capacidad litros	B (mm)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	Empaque
A925484	500	800	1110	860	320	1
A930285	1300	1050	1622	1098	550	1

Ilustración 69: Válvulas

GAS

VÁLVULA ESFERA



Código	Descripción	Empaque
350504	GAS H-H PALOMILLA 1/2"	12

VÁLVULA ESFERA NPT



Código	Descripción	Empaque
3022A02	Yellow 1/4"	12
3022A03	Yellow 3/8"	12
3022A04	Yellow 1/2"	12

AGUA

VÁLVULA ESFERA NPT



Código	Descripción	Empaque
302202	1/4" GAS AZUL	12
302203	3/8" GAS AZUL	12
302204	1/2"	12
302205	3/4"	12
302206	1"	12
302207	1 1/4"	12
302208	1 1/2"	12
302209	2"	12
302211	3"	12
302212	4"	12

VÁLVULA ESFERA



Código	Descripción	Empaque
302904	ROSCA 1/2"	12
302905	ROSCA 3/4"	12

VÁLVULA ESFERA



Código	Descripción	Empaque
303404	M-H 1/2"	12

VÁLVULA ESFERA



Código	Descripción	Empaque
303504	PALOMILLA H.H 1/2"	12
303505	PALOMILLA H.H 3/4"	12

MANÓMETRO



Código	Descripción	Empaque
382N006	RADIAL NP D53 (6 BAR) - (90PSI)	1
382N010	RADIAL NPT D53 10 BAR - 150PSI	1
3822N016	GLI.D63 NPT 16B-0-240PSI	1

GRIFO FREGADERO



Código	Descripción	Empaque
305904	MANGUERA 1/2 x 3/4	12

VÁLVULA ESFERA



Código	Descripción	Empaque
305604	EMPOTRAR ROSCA GAS 1/2"	12

AUTOMÁTICO



Código	Descripción	Empaque
378002	PRESOSTATO 0-4 KG	1

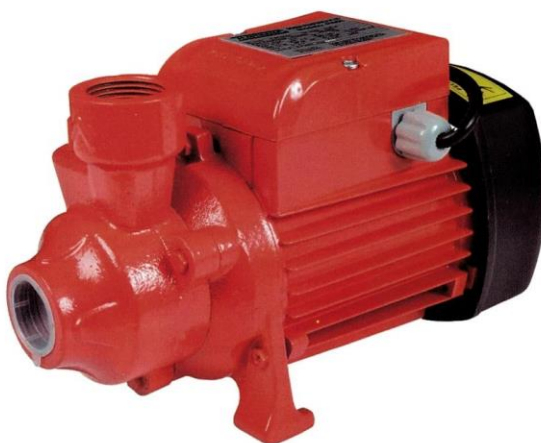
Ilustración 70: Tipos de bombas

MEGAPRODUCTOS
Nuestra CALIDAD está en el SERVICIO

PLASTIGAMA

BOMBA PERÍSFERICA PLUS PN-60 (Código: A922128)

Empaque: 1



PEDROLLO

BOMBA DE AGUA PKM 60 - 1/2" (Cod. 5313100)

Empaque: 1



TUBERIAS Y VALVULAS


info@megaproductos.com.ec | www.megaproductos.com.ec

97

ANEXO G

PROFORMAS PARA LA COSTRUCCION DEL BIODIGESTOR

Ilustración 71: Proforma Ferretería BIGOTES



FERRETERÍA BIGOTES
SIEMPRE A SU SERVICIO

MATERIALES DE:
CONSTRUCCIÓN ELÉCTRICA
PLOMERÍA
PINTURA
PORCELANATOS
HERRAMIENTAS

Correo: alvadri93@gmail.com TELF. 0987787635
AV. PULLUPAXI Y PICHINCHA 032722622

CANT.	DESCRIPCIÓN	V.UNIT	V.TOTAL
1	Tanque 20000 Litros plastig.	1600	1600
2	Tanque 5,000 Litros plastiga..	448	896
4	codos de 63 mm	2,75	11
3	acople de 1"	1,10	3,30
2	acople Macho 1"	1,20	2,40
3	Adaptador Hembra 63mm	2,45	7,35
2	Valvula esferica	8,30	16,60
1	Valvula esferica de Mariposa	2,50	2,50
1	Adaptador de 1/2"	0,50	0,50
1	Llave de 1/2"	7,90	7,90
2	Reductor de 63mm a 32mm	2,60	5,20
2	Acople espiga	2,30	4,60
2	Codo de 1/2"	0,50	1
2	Acople reductores de 32a1/2"	3,80	7,60
2	Unión pegable 3"	4,05	8,10
4	Tubo de 63m	3,40	13,60
1	Pega tubo	2,30	2,30
Sub Tot:		2312,45	
TOTAL \$		277,494	
TUA		2589,95	

RECIBIDO POR: [Firma]

TOTAL \$ 277,494
TUA 2589,95

CANT.	DESCRIPCIÓN	V.UNIT	V.TOTAL
5	Teflones	0,50	2,50
10lbs	clavo de 1"	1,80	18
10lbs	clavo de 1/2"	1,95	19,50
1	Quemador	35	35
10	Manguera de Plectoñ 1/2	0,50	5
1	Termometro digital	15,95	15,95
1	Suelda para tubo 62	14,90	14,90
1	Tubo de cobre de 3/4"	16,30	16,30
1	Tanque recolector de gas	327	327
1	Bomba de agua 3500	77,38	77,38
18m	Plastico de Invernado	8,25	148,50
Sub Total.		607,16	
TUA 12%		72,86	
Total		680,03	

RECIBIDO POR: [Firma]

TOTAL 680,03

EXCLUSIVAMENTE PARA USO ESTUDIANTIL"

Ilustración 73 : Proforma Ferreteria su Economía

Ferretería Su Economía

Jng. Jimmy Guanoquiza López
Propietario

Contáctos:
 C: 0983193266
 D: 0983734010
 R: 032721216

SERVICIO DE TRANSPORTE A DOMICILIO

SAQUISILI
CALLE PULLUPAXI Y BARRENO

CANT.	DESCRIPCIÓN	V.UNIT	V.TOTAL
1	Tanque 20,000 litros plastiga	1,400,00	1,400,00
2	tanques 5,000 litros plastiga	398,50	797,00
4	codos de 63 mm	2,50	10,00
3	acoples de 1"	1,00	3,00
2	acoples machos 1"	1,10	2,20
3	adaptadores hembras 63mm	2,35	7,05
2	valvulas de 1"	7,30	14,60
1	válvula de 1"	2,35	2,35
1	adaptador de 1"	0,45	0,45
1	llave de 1/2"	6,90	6,90
2	reductores de 3/2 a 3/4"	2,40	4,80
2	acoples de 1"	2,20	4,40
2	codos de 1"	0,35	0,70
2	acoples reductores de 3/2 a 1/2"	3,75	7,50
2	uniones pegables 3"	3,95	7,90
4	tubos de 63 m	3,15	12,60
1	Pega tubo	2,18	2,18
<small>"EXCLUSIVAMENTE PARA USO ESTUDIANTIL"</small>		subtotal	2.038,96
		IVA	244,67
		TOTAL \$	2.283,63

FECHA: 15-01-2019 NOTA DE VENTA N°

CLIENTE: **Fernando Calvopiña** CIUDAD:

DIRECCIÓN: **Latacunga** F. DE PAGO:

R.U.C.: **0503139180** TELF.: **099874063**

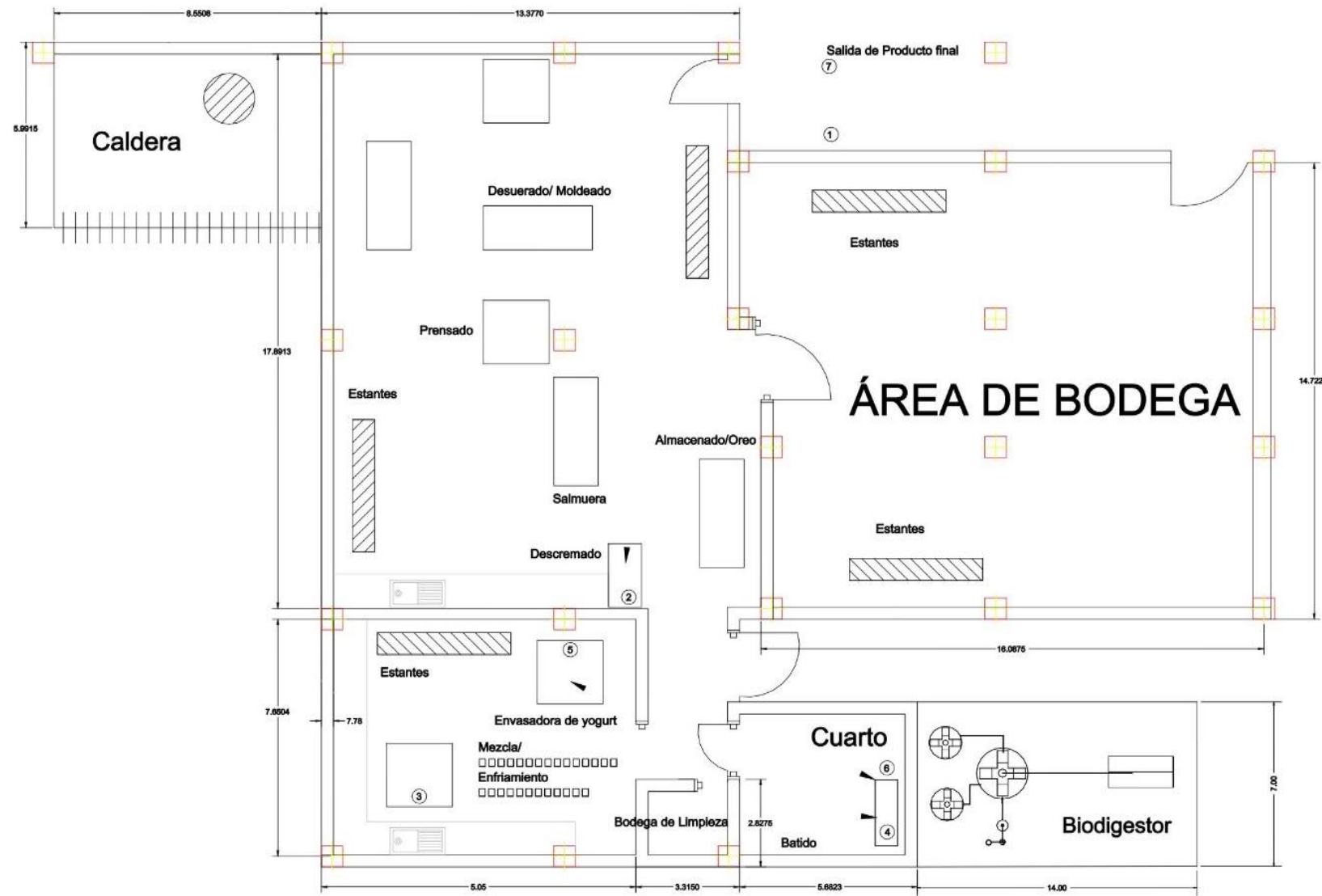
CANT.	DESCRIPCIÓN	V.UNIT	V.TOTAL
5	teflones	0,38	1,90
10lbs	clavos de 1"	1,62	16,20
10lbs	clavos de 1/2"	1,75	17,50
1	Quemador	34,00	34,00
10	mangueras de presión 1/2"	0,37	3,70
1	termometro digital	14,95	14,95
1	suelda para tubo	13,85	13,85
1	tubo de 1/2"	15,45	15,45
1	tanque recolector de gas	300,00	300,00
1	bomba de 3500"	75,35	75,35
18m	Plastiga de 1/2"	7,75	139,50
<small>"EXCLUSIVAMENTE PARA USO ESTUDIANTIL"</small>		subtotal	564,64
		IVA	67,76
		Total	632,40

"EXCLUSIVAMENTE PARA USO ESTUDIANTIL"

TOTAL \$

ANEXO H

Ilustración 74: Plano de ubicación del biodigestor



PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA PLANA DE BIOGAS EN LA EMPRESA APRODEMAG

BENEFICIARIO: APRODEMAG	FECHA: ENERO 2018	ESCALA: 1:75
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		

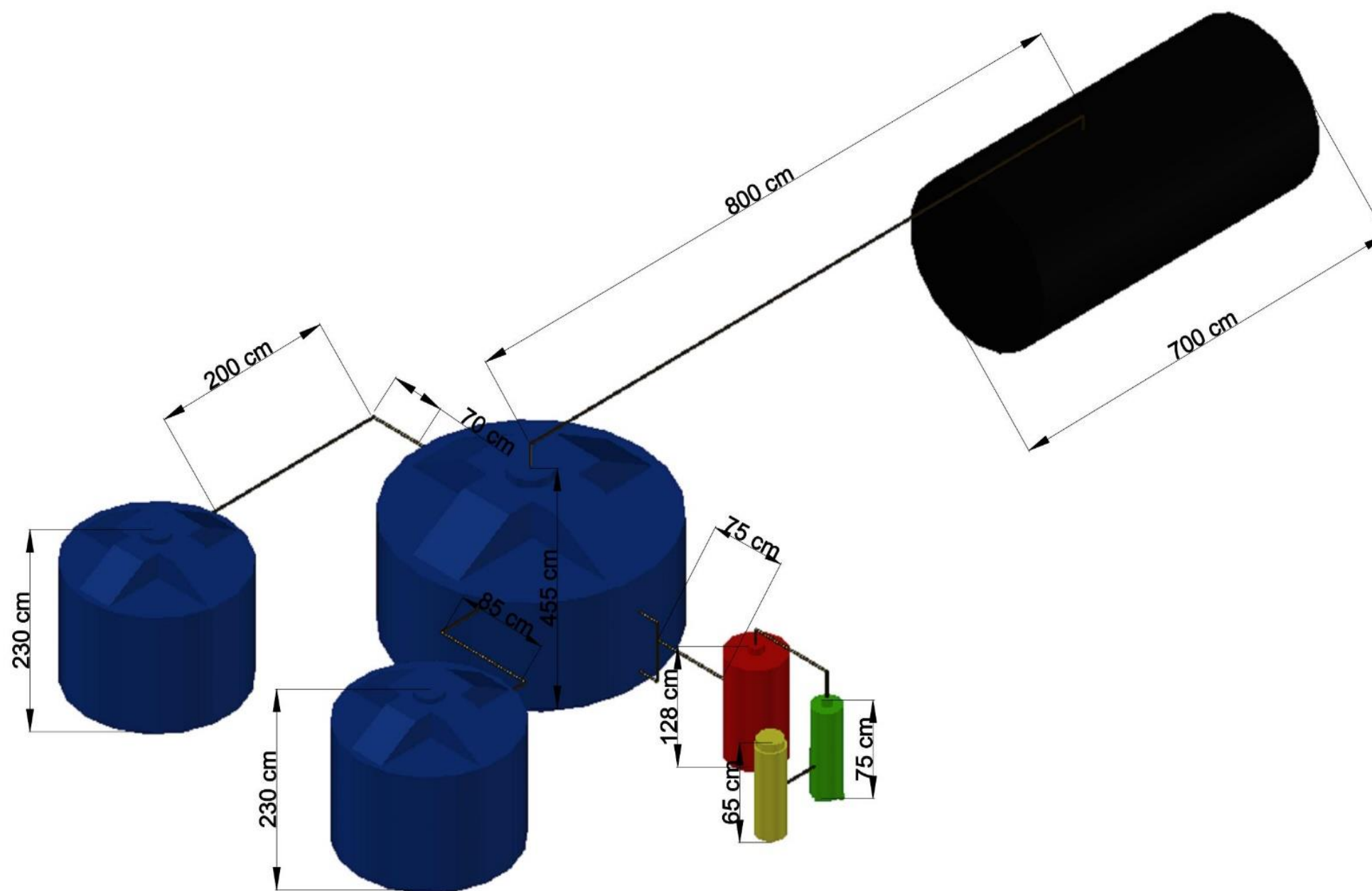
ELABORADO POR:
ANGULO RICHARD , CALVOPIÑA FERNANDO

REVISADO POR:
ING.MSC. LILIA CERVANTES

ANEXO

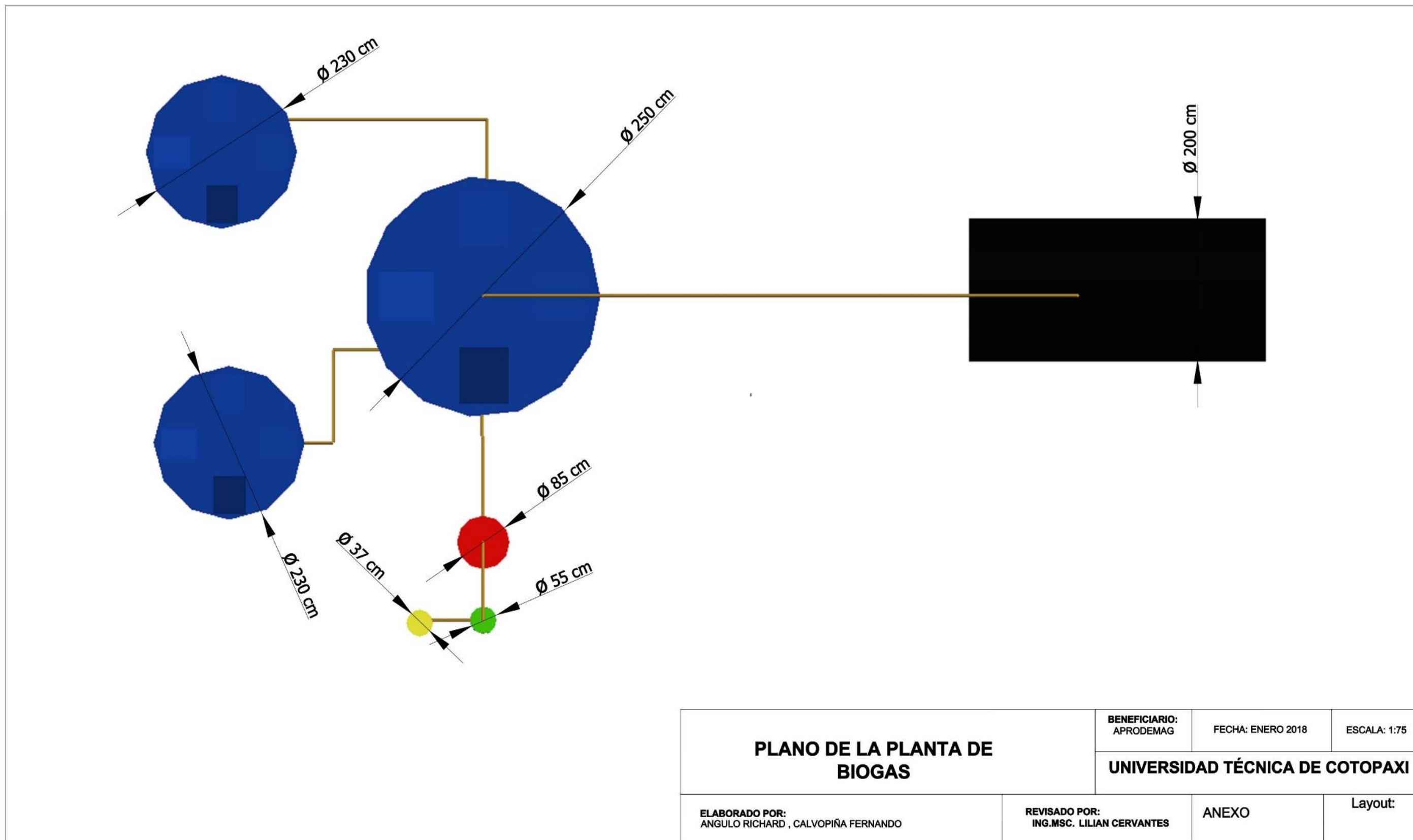
Layout:

Ilustración 75: Mediaciones de la planta de biogás



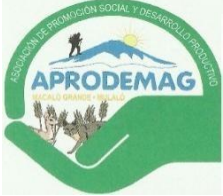
PLANO DE LA PLANTA DE BIOGAS		BENEFICIARIO: APRODEMAG	FECHA: ENERO 2018	ESCALA: 1:75
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
ELABORADO POR: ANGULO RICHARD , CALVOPIÑA FERNANDO	REVISADO POR: ING.MSC. LILIAN CERVANTES	ANEXO	Layout:	

Ilustración 76: Mediaciones de la planta de biogás



Manual de operación y mantenimiento

Manual modificado de (Cuasque K, 2017) para la operación y mantenimiento del biodigestor de la empresa APRODEMAG

	MANUAL DE OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR ANAERÓBICO	Identificación: MOM CÓDIGO: 002	
		REVISIÓN:	001
		NÚMERO DE PÁGINAS:	1-11

<h1>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL BIODIGESTOR</h1> <p>“APRODEMAG”</p> <p>LATACUNGA-ECUADOR</p>
--

ÍNDICE

Introducción...	3
Objetivo.....	3
Alcance	3
Elementos y esquema de funcionamiento	3
Descripción de elementos que conforma el Biodigestor	4
Esquema de funcionamiento	5
SOLUCIÓN A PROBLEMAS	6
Taponamiento de la tubería de carga de mezcla (L2).....	6
Poca generación de biogás	6
Agujero en el reservorio R5 (Bolsa de biogás)	6
RECOMENDACIONES GENERALES DE FUNCIONAMIENTO	7
REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD DENTRO Y FUERA DEL BIODIGESTOR	8
No encender fuego cerca el reservorio	9
No inhalar el biogás porque es dañino para la salud.....	9
Revisar periódicamente la llama de los calentadores	9
Como cambiar y rellenar el filtro de ácido sulfúrico	9
OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR (PASO A PASO).....	10
Prueba de inicio de producción de biogás.....	11

Introducción:

El diseño de la planta de producción de biogás está diseñado para la reutilización del subproducto obtenido de la producción de queso denominado como suero lácteo que mediante un proceso de fermentación se obtiene biogás como producto. El presente manual tiene como estructura básica el uso correcto y mantenimiento del biodigestor, se aconseja que siga cuidadosamente las instrucciones debido a que el funcionamiento y duración de la planta, depende del uso correcto.

Objetivo

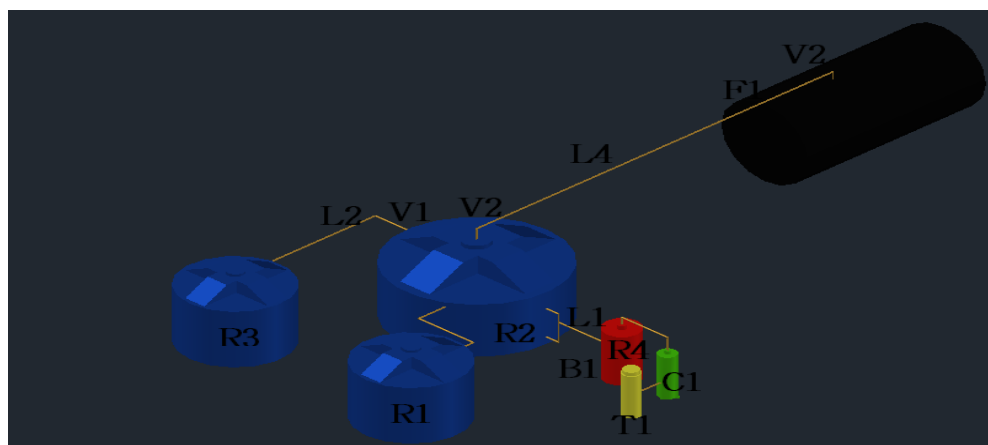
Establecer la secuencia de pasos requeridos para la producción de biogás mediante el uso de un biodigestor anaeróbico para el personal de la empresa APRODEMAG.

Alcance

Permitir que cualquier persona de la empresa logre operar el biodigestor sin dificultad.

Elementos y esquema de funcionamiento

Esquema de funcionamiento



Abreviatura en cada componente en el biodigestor.

Abreviatura	Descripción
R	Reservorio
L	Tubería
V	Válvulas
F	Filtro
Q	Quemador
B	Bomba

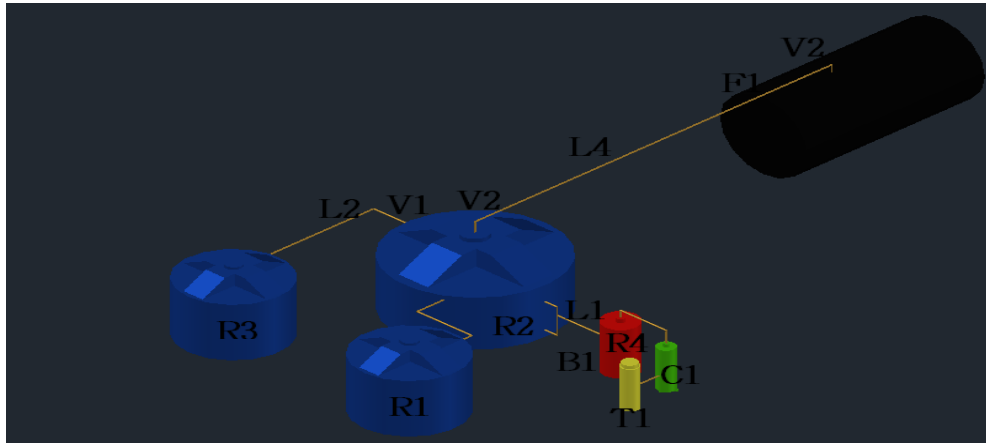
Descripción de los elementos que conforman el Biodigestor

Descripción de los elementos que conforman el biodigestor.

ABREVIATURA	ELEMENTO	CARACTERISTICAS
R1	Reservorio de mezcla.	5000 litros
T1	Tanque de Gas.	
C1	Calefón Prestige	25 litros
B1	Bomba sumersible pump	3500 litros por minuto.
V1	Válvula de globo	1 pulgada
L1	Tuberías de circulación de agua para el intercambiador del serpentín.	¾ in
F1	Filtro de ácido sulfúrico	2 kg de Fe
V2	Válvula tipo aguja.	¾ in
R2	Biodigestor	20000 litros.
F2	Trampa de Agua.	
L2	Tubería del tanque de mezcla.	1 in
R3	Reservorio de mezclar ^{3r}	5000 litros.
R4	Reservorio de Agua.	500 litros
R5	Reservorio de almacenamiento de gas.	15.70 metros cúbicos.

Esquema de funcionamiento

Esquema de funcionamiento del Biodigestor



Proceso	Descripción
P1	Llenado de lacto suero.
P2	Almacenamiento de lacto suero para el proceso de descomposición química.
P3	Llenado de agua.
P4	Encender la bomba
P5	Encender el calentador
P6	Descarga de Biol resultante del proceso de digestión anaeróbica.
P7	Colocar la válvula en posición abierto para el almacenamiento de gas.
P8	Tubería que direcciona el Biogás para ser utilizado para la cocina industrial de la empresa
P9	Quemador que permite eliminar el exceso de Biogás.

SOLUCIÓN A PROBLEMAS

Taponamiento de la tubería de carga de mezcla (L2):

- Realice una observación de la tubería y asegúrese de que no exista ningún cuerpo extraño que obstruya el paso de suero lacto.
- De no existir flujo continuo se debe proceder a:
- Desarmar la tubería L2 y encontrar el área de taponamiento.
- Despejar la obstrucción y lavar la misma con agua que no contenga cloro o detergentes.
- Armar nuevamente la tubería L2 y continuar con la mezcla y descarga de la misma con normalidad.

Poca generación de biogás.

- Esto puede deberse a varios motivos:
- Falta de lacto suero dentro del biodigestor.
- La mezcla de lacto suero contiene elementos químicos como detergentes, desinfectantes entre otros que afectan al proceso de fermentación química para la producción de biogás.

Agujero en el reservorio R5 (Bolsa de biogás)

- Para solucionar este problema se debe limpiar cuidadosamente el área en donde se encuentra el agujero, y sellar con pegamento (cold patch) y parches.

RECOMENDACIONES GENERALES DE FUNCIONAMIENTO

Normas de seguridad Para evitar contaminación y riesgos biológicos se deberá utilizar los equipos de protección que se encuentran descritos en las reglas básicas de seguridad.

El invernadero	Es necesario revisar periódicamente toda la estructura para evitar el ingreso de aire frío con ello la disminución de la temperatura y una notable disminución de la generación de biogás.
La Mezcla	Asegúrese que el lacto suero no contengan residuos extraños como: trozos de comida, plátano zanahoria; u objetos extraños, fundas, piedras o solidos que puedan llegar a tapar la tubería.
Filtro de agua	Revisar semanalmente el agua de la válvula de seguridad. Si estuviera vacía, es preciso llenarla hasta el nivel establecido (no debe superar los 3 o 4 cm de la columna de agua sobre la base de la tubería).
Filtro de ácido sulfhídrico	Cuando se realiza el cambio de limalla se recomienda no desecharla en cualquier parte puede contaminar el agua o los alimentos y es tóxico para los niños; de preferencia, colocarlo en una caja para luego enterrarlo en un lugar seguro; el reemplazo se lo debe realizar cada 2 años.
Reservorio de biogas	Se realizará una inspección visual, verificando que no exista fugas tanto en los acoples como en el reservorio, si existieran fugas verificar los acoples o siendo el caso de existir fugas en la bolsa, sellar con pegamento y parches.

REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD DENTRO Y FUERA DEL BIODIGESTOR

Las reglas básicas aquí indicadas se encuentran ubicadas en los alrededores del biodigestor, están destinadas para proteger la salud y la integridad de las personas.



Prohibido fumar



Materiales inflamables



Riesgo eléctrico



Obligación de usar protección para las manos.



Obligación de usar protección para los pies.



Obligación de usar ropa de protección para el cuerpo.



Obligación de usar protección respiratoria.

No encender fuego cerca del reservorio

Al contener metano, el biogás es un combustible que al contacto con una fuente de combustión puede inflamarse y generar una llama.

No inhalar el biogás porque es dañino para la salud.

Por ningún motivo se debe inhalar biogás, ya que antes de ser filtrado, algunos de sus compuestos son dañinos.

Revisar periódicamente la llama de los calentadores

Se recomienda comprobar visualmente el encendido de los calentadores en periodos de 30 minutos, si la llama se encuentra apagada cierre la válvula del biogás y aléjese del lugar por un tiempo de 5 minutos, luego vuelva a encender.

Como cambiar y rellenar el filtro de ácido sulfhídrico

Para realizar el mantenimiento del filtro se debe seguir los siguientes pasos:

- Cierre la válvula de paso V2
- En la parte izquierda del filtro, no se encuentra cerrada en su totalidad lo que facilita su separación del cuerpo del filtro.
- Retirar cuidadosamente la limalla del interior del filtro utilizando el equipo de protección personal indicado en las reglas de seguridad.
- Colocar los restos de limalla en un recipiente o funda para su posterior desecho.
- Limpiar el interior del filtro con un paño húmedo.
- Dejar secar el filtro.
- Pesar 1 ½ de libra entre clavos y limalla.
- Proceder a colocar los clavos y la limalla en el interior del filtro.
- Hacer una ligera presión de la limalla con un taco de madera, hasta llenarlo por completo.
- Colocar el extremo izquierdo del filtro.
- Volver a colocar es su lugar correspondiente.

•

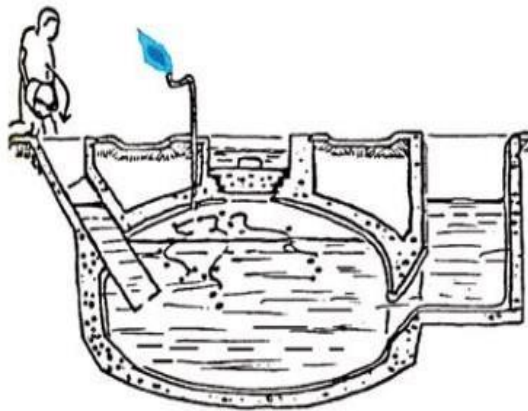
OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR (PASO A PASO)

- Colocación del equipo de seguridad para evitar contaminación con las bacterias presentes en el suero lácteo.
- Revisar que la válvula de esfera V1 se encuentre cerrada.
- Colocar en el tanque de alimentación el suero lácteo.
- Agitar la mezcla con el propósito de eliminar cualquier tipo de elemento sólido.
- Una vez homogeneizado la mezcla proceder a abrir la llave de paso (V1).
- Verificar la descarga total de la mezcla y cerrar la llave (V1).
- Llenar el reservorio (R4) con agua.
- Encender la bomba de agua (B1).
- Encender el calefón (C1).
- Dirigirse hacia reservorio de descarga de Biol (R3) y proceder a extraer el Biol en caso de existir.
- Verificar de la trampa de agua cada día, si el nivel del agua está en el rango adecuado (al borde del agujero), caso contrario llenar hasta su límite con una jeringa.
- Inspeccionar el filtro de ácido sulfhídrico, si existen fugas de gas, se comprobará mediante el olfato el gas tiene un olor a huevo podrido; la sustitución del este filtro se lo especifica en las recomendaciones generales de funcionamiento.
- Verificar que la válvula de paso (V2), se encuentre en posición abierta para que exista flujo continuo de biogás al reservorio (R5).
- Comprobar que no existan fugas en el reservorio (R5).
- Si existiera fugas en el reservorio proceder a repararlo como se lo indica en la solución de problemas.
- Abrir las válvulas de cada calentador para la quema de biogás.

Pruebas Inicio producción de biogás

- **Transcurrido la carga inicial o de arranque, se debe comenzar a** inicio de producción de biogás (CO_2 y CH_4 en proporción similar), mediante la verificación de “quema de biogás”. Se acopla una manguera a la salida de gas y utilizando un quemador o mechero, se prueba si el gas se enciende. Si el gas quema con una llama azulada y de buena consistencia, se puede iniciar el uso normal del biogás.

Quema o prueba de biogás, color de llama



HOJA DE VIDA DEL TUTOR

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Cervantes Rodríguez

NOMBRES: Lilia

CÉDULA O PASAPORTE: 175727437-6

TELÉFONO CEL: 09998254139

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2805000



RESUMEN DE VIDA

Master en Química, Ingeniera Química y Licenciada en Química, con 23 años de experiencia en la docencia y en la investigación de las Ciencias Químicas y Pedagógicas, con participación en 8 eventos internacionales, 10 publicaciones en revistas y en eventos. Participación en 22 eventos nacionales y 11 provinciales, he ocupado responsabilidades a nivel de facultad como la dirección de postgrados y de una sede universitaria durante 7 años con buenos resultados en los indicadores establecidos. Obtuve la distinción por la Educación cubana en el año 2008.

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Angulo Arias

NOMBRES: Richard Flavio

FECHA DE NACIMIENTO: 16 de Septiembre de 1994

CEDULA DE CIUDADANÍA: 172333215-9

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

CELULAR: 0984380799

e-mail: richard.angulo9@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: América y España

SECUNDARIA: Técnico “San José”

ESPECIALIDAD: Mecánica Industrial



DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Calvopiña Núñez

NOMBRES: Nelson Fernando

FECHA DE NACIMIENTO: 23 de Agosto de 1991

CEDULA DE CIUDADANÍA: 050313918-0

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

Celular: 0999874068

e-mail: nelson.calvopina0@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Isidro Ayora

SECUNDARIA: Colegio Técnico Ramón Barba
Naranjo

ESPECIALIDAD: Electrónica de consumo

