



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y
PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS GENERADO POR BIODIGESTORES PARA
LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Electromecánico.

AUTORES:

España Parrales José Rodolfo

Monar Villegas Libito Homero

TUTOR:

Ing. Hidalgo Osorio William Armando M.Sc.

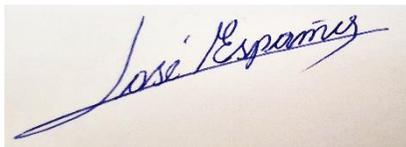
LA MANÁ – ECUADOR

AGOSTO – 2022

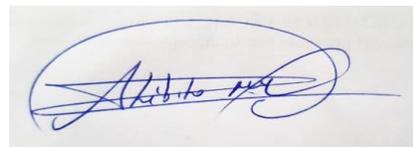
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: España PARRALES José Rodolfo con cedula de ciudadanía 080527253-1 y Monar Villegas Libito Homero con cedula de ciudadanía 220035474-0, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación denominado: “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS GENERADO POR BIODIGESTORES PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, siendo el ING. MSc. William Armando Hidalgo Osorio, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná 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 nuestra exclusiva responsabilidad.



España PARRALES José Rodolfo
C.I: 0805272531



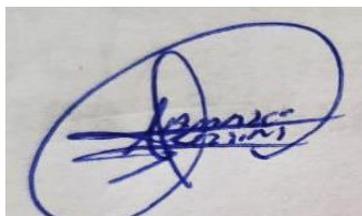
Monar Villegas Libito Homero
C.I: 2200354740

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS GENERADO POR BIODIGESTORES PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” de ESPAÑA PARRALES JOSÉ RODOLFO y MONAR VILLEGAS LIBITO HOMERO de la facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su respectivo estudio y calificación.

La Maná, agosto del 2022



Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M. Sc.
C.I: 050265788-5
TUTOR

APROBACION 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 extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto el postulante España Pinales José Rodolfo con cedula 080527253-1 y Monar Villegas Libito Homero con cedula 220035474-0 con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS GENERADO POR BIODIGESTORES PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

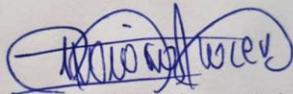
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2022

Para constancia firman:



M.Sc. Paco Jovanni Vásquez Carrera
C.I: 0501758767
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



M.Sc. Francisco Saúl Alcocer Salazar
C.I: 0503066797
LECTOR 2 (MIEMBRO)



M.Sc. William Paul Pazuña Naranjo
C.I: 0503338592
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud primeramente a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi "Extensión La Maná" a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la carrera de Electromecánica por permitirme adquirir conocimientos nuevos y en un futuro ponerlos en práctica. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. William Hidalgo, docente tutor por habernos orientado durante todo este proceso de investigación.

José

Libito

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mis padres por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida para convertirme en un profesional. Quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A los Docentes, por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

**José
Libito**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

RESUMEN

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS GENERADO POR BIODIGESTORES PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Autores:

España Parrales José Rodolfo

Monar Villegas Libito Homero

La presente investigación se enfoca en la implementación de un equipo de extracción y presurización del biogás metano, obtenido de los biodigestores de producción de metano del proyecto de vinculación social de la carrera Electromecánica, para su respectiva utilización ya sea con nuevas fuentes de energía o para aprovechamiento del biogás metano, consiguiendo un proceso de extracción y presurización de forma semiautónoma, realizando el proceso de vaciado y llenado al enviar una sola orden, alcanzando el parámetro establecido, detendrá su proceso de presurización dando paso a una nueva secuencia de llenado, que es visualizada mediante una consigna lógica.

Se consideró una automatización mediante un sistema de control lógico programable o PLC, se expresa mediante lenguajes visuales y escrito, permitiendo el desenlace secuencial de la apertura de las válvulas de llenado y vaciado del biogás, teniendo en cuenta las variaciones de temperatura al presurizar el gas metano a presiones iguales a 1 o menores a 160 PSI. Considerando las normativas de manejo de gases e impacto social, ambiental

Palabras clave: extracción, presurización, biogás, automatización, fuente de energía

ABSTRACT

TOPIC: “IMPLEMENTATION OF AN EQUIPMENT FOR THE EXTRACTION AND PRESSURIZATION OF BIOGAS GENERATED BY BIODIGESTERS FOR THE ELECTROMECHANICS MAJOR OF THE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

This research focuses on the implementation of equipment for the extraction and pressurization of methane biogas obtained from the biodigesters of methane production of the Electromechanical major, for its use either with new energy sources or for the use of methane biogas, achieving a semi-autonomous extraction and pressurization process, performing the emptying and filling process by sending a single order, when reaching the established parameter, it will stop its pressurization process giving way to a new filling sequence, which is visualized by means of a logical setpoint.

Automation was considered by means of a programmable logic control system or PLC that is expressed through visual and written languages, allowing the sequential outcome of the opening of the biogas filling and emptying valves, taking into account the temperature variations when pressurizing the methane gas at pressures equal to 1 or less than 160 PSI. Considering gas handling regulations and social and environmental impact.

Keywords: extraction, pressurization, biogas, automation, energy source.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE	ix
INDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General.....	4
6.2. Objetivos Específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	6
8.1. Fundamentación teórica.....	6
8.1.1. Antecedentes.....	6
8.1.2. Generalidades del biogás metano (CH ₄).....	6
8.1.3. Producción del biogás metano (CH ₄)	7
8.1.4. Biodigestores	7
8.1.5. Tipos de biodigestores	7
8.1.6. Purificación de biogás metano (CH ₄)	8
8.2. Metodología para la compresión y envasado del biometano.....	8

8.2.1. Compresión del biogás metano (CH ₄)	9
8.2.2. Equipos para la compresión de biogás metano (CH ₄)	10
8.2.3. Factores de riesgo	11
8.2.4. Envasado de biogás metano (CH ₄)	12
8.3. Diseño y cálculo del cilindro de almacenamiento de biogás metano (CH ₄).....	13
8.4. Fórmulas para el cálculo de almacenamiento.....	14
8.4.1. Volumen del recipiente.....	14
8.4.2. Partes de un cilindro de almacenamiento	15
8.4.3. Partes del cilindro	15
8.5. Material y capacidad máxima.....	16
8.6. Manipulación y transporte	16
8.7. Compresores	17
8.7.1. Tipos de compresores	17
8.7.2. Compresores de desplazamiento positivo	17
8.7.3. Compresores rotativos	18
8.8. Compresores recíprocos	18
8.8.1. De pistón.....	18
8.9. Manómetros	19
8.9.1. Características de los manómetros	19
8.10. Tipos de manómetros	19
8.10.1. Manómetro de Bourdon.....	19
8.10.2. Manómetro de tubo abierto	20
8.10.3. Manómetro digital	20
8.10.4. Válvulas	20
8.11. Tipos de válvulas.....	20
8.11.1. Reguladora de presión	20
8.11.2. Alivio de presión	21
8.11.3. Válvula de cilindro de gas	21
8.11.4. Válvula de consumo industrial	21
8.12. Conductos de envasado de biogás	22
8.12.1. Acoples	24
8.13. Automatización.....	25

8.14. Tipos de automatización	26
8.14.1. Automatización Fija	26
8.14.2. Automatización programable	26
8.14.3. Automatización flexible	26
8.14.4. Arduino y P.L.C.	27
8.14.5. Arduino.....	27
8.14.6. Controladores lógicos programables (P.L.C.)	28
8.15. Relés	30
8.15.1. Funcionamiento de un relé	30
8.15.2. Válvulas Solenoides	31
8.16. Sensores	31
8.16.1. Sensores analógicos.....	32
8.16.2. Sensores digitales	32
8.16.3. Sensores por presión.....	32
8.17. Disyuntores.....	34
8.17.1. Tipos de disyuntores.....	34
8.17.2. Botoneras	35
8.17.3. Botón pulsador para paradas de emergencia	35
8.17.4. Pulsadores de encendido y apagado	36
8.17.5. Indicadores luminosos	36
9. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS.....	36
9.1. Materiales	36
9.2. Cálculo del recipiente (Cilindro).....	41
9.2.1. Volumen del cilindro	41
9.2.2. Volumen de la cúpula de cilindro.....	41
9.2.3. Volumen total del recipiente.....	41
9.2.4. Caudal de descarga	41
9.3. Automatización.....	42
9.3.1. Diagramas de programación PLC Logo	42
9.3.2. Parámetros de programación	42
9.3.3. Diagrama eléctrico.....	42

9.3.4. Diagrama P&ID	43
9.3.5. Ficha técnica del manejo del biogás metano	44
9.3.6. Plan de mantenimiento	44
9.3.7. Despacho económico.....	44
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	45
10.1. Marco metodológico.....	45
10.1.1. Método científico.....	45
10.1.2. Método inductivo.....	45
10.1.3. Diseño experimental.....	45
10.2. Métodos	46
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
12. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES).....	48
12.1. Impacto social.....	48
12.1.1. Impacto ambiental	48
13. PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	48
13.1. Valoración económica general	48
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
14.1. Conclusiones.....	51
14.2. Recomendación	51
15. BIBLIOGRAFÍA	52
16. ANEXOS	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto.....	3
Tabla 2. Actividades planteadas en la investigación del equipo	5
Tabla 3. Compresión y variación de temperaturas.	9
Tabla 4. Requerimiento del compresor para la extracción de biogás (CH ₄).....	10
Tabla 5. Propiedades de temperaturas del biogás.....	11
Tabla 6. Propiedades del biogás metano y el gas GLP.....	12
Tabla 7. Comparación de Código API 650 Y 620.....	13
Tabla 8. Características del Cilindro de almacenamiento.	14
Tabla 9. Diferencias entre cilindros y tanques.	16

Tabla 10. Tipos de válvulas.....	22
Tabla 11. Tipos de mangueras.....	23
Tabla 12. Listado de materiales para la implementación de equipo.....	36
Tabla 13. Despacho económico por el poder calorífico.....	44
Tabla 14. Presupuesto para elaboración del proyecto.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de error y punto crítico.....	13
Figura 2. Tipos de compresores.....	18
Figura 3. Diagrama del proceso de purificación y envasado de biogás.....	23
Figura 4. Placa de Arduino.....	27
Figura 5. Placas de Arduino.....	28
Figura 6. Funcionamiento del PLC.....	28
Figura 7. Logo 8 12/24RC.....	29
Figura 8. Elementos de un relé y su simbología.....	30
Figura 9. Válvula solenoide.....	31
Figura 10. Ejemplo de sensor de presión absoluta.....	33
Figura 11. Ejemplo de sensor diferencial.....	33
Figura 12. Disyuntores para circuitos monofásicos.....	34
Figura 13. Disyuntores para circuitos trifásicos.....	35
Figura 14. Pulsadores.....	36
Figura 15. Diagrama Procesos.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Fotografías.....	57
Anexos 2. Manual de funcionamiento del equipo.....	61
Anexos 3. Plan de mantenimiento.....	62
Anexos 4. Matriz de causa y efecto.....	70
Anexos 5. Parámetros de Programación.....	71
Anexos 6. Hoja de vida del tutor.....	73
Anexos 7. Datos informativos de autores.....	74
Anexos 8. Aval de traducción.....	76

Anexos 9. Ficha técnica de seguridad del manejo de biogás metano.....	77
Anexos 10. Certificación de antiplagio.	80

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Revisión del biodigestor	57
Fotografía 2. Mantenimiento al biodigestor	57
Fotografía 3. Alimentación del biodigestor.....	57
Fotografía 4. Generamos metano (CH ₄)	57
Fotografía 5. Pruebas en vaciado y llenado.....	58
Fotografía 6. Pruebas con el biodigestor	58
Fotografía 7. Extracción de metano CH ₄	58
Fotografía 8. Cortes de materiales, soldadura.	58
Fotografía 9. Adaptación de acoples al cilindro.....	59
Fotografía 10. Toma de medidas base del cilindro.....	59
Fotografía 11. Culminación estructura metálica.....	59
Fotografía 12. Aplicación de fondo.....	59
Fotografía 13. Atornillado de Alucobond	60
Fotografía 14. Montajes de las electroválvulas.	60
Fotografía 15. Instalación de componentes elect.....	60
Fotografía 16. Pruebas de campo	60

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título de proyecto

“Implementación de un equipo de extracción y presurización de biogás generado por biodigestores para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

Fecha de inicio: 18 de abril del 2022

Fecha de finalización: 15 de agosto del 2022

Lugar de ejecución: La Maná-Cotopaxi.

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Facultad: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Equipo de trabajo: José Rodolfo España Parrales

Libito Homero Monar Villegas

Área de conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación: Energías alternativas y renovables.

Eficiencia energética y protección ambiental.

Sub línea de investigación: Energética en sistemas electromecánicos y usos de fuentes renovables de energía.

2 RESUMEN DEL PROYECTO

La presente investigación se enfoca en la implementación de un equipo de extracción y presurización del biogás metano, obtenido de los biodigestores de producción de metano del proyecto de vinculación social de la carrera Electromecánica, para su respectiva utilización ya sea con nuevas fuentes de energía o para aprovechamiento del biogás metano, consiguiendo un proceso de extracción y presurización de forma semiautónoma, realizando el proceso de vaciado y llenado al enviar una sola orden, alcanzando el parámetro establecido, detendrá su proceso de presurización dando paso a una nueva secuencia de llenado, que es visualizada mediante una consigna lógica.

Se consideró una automatización mediante un sistema de control lógico programable o PLC, se expresa mediante lenguajes visuales y escrito, permitiendo el desenlace secuencial de la apertura de las válvulas de llenado y vaciado del biogás, teniendo en cuenta las variaciones de temperatura al presurizar el gas metano a presiones iguales a 1 o menores a 160 PSI. Considerando las normativas de manejo de gases e impacto social, ambiental

Palabras clave: extracción, presurización, biogás, automatización, fuente de energía

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este trabajo de investigación está basado en el aprovechamiento del biogás metano (CH_4), el cual se encuentra en producción de forma natural y no es acumulado de manera correcta para su debido almacenamiento y transporte. El factor determinante para realizar este proceso, es la carencia de un método adecuado que se encargue de realizar el almacenamiento del biogás metano (CH_4).

En este estudio, se justifica la necesidad de diseñar e implementar un equipo de extracción y presurización de biogás metano (CH_4), que sea fácil de utilizar y este diseñado bajo normas de calidad como la API 560 inciso 2 apartado 4, garantizando la seguridad y comodidad de operario del equipo de extracción y presurización de biogás metano (CH_4), permitiendo realizar este proceso en un corto periodo de tiempo.

Este equipo de extracción y presurización de bogas metano (CH_4), está diseñado con un sistema de conductos de manguera de alta presión capaz de soportar hasta 360 PSI (Libras por Pulgadas

Cuadradas), con un motor de 2 caballos de fuerza y una potencia de salida de 6 bares o 87 PSI, generando suficiente presión para presurizar el cilindro diseñado para dicho proceso.

Teniendo como medida de seguridad una válvula de descarga automática, que al sobrepasar la presión estima se dará apertura liberando la presión excedida y apagando el sistema de extracción y presurización de biomas método (CH_4), consiguiendo de esta forma mitigar cualquier accidente que afecte la integridad del operario que realice el proceso de extracción y presurización de biogás metano. Este sistema cuenta con una programación en un controlado lógico programable (PLC), que esta enlazado directamente con un sensor de presión de temperatura, el cual es encargado de comparar el valor de llenado con el valor de presión sometida, permitiendo un llenado y vaciado de manera casi autónoma, con la excepción que se requiere que un agente externo ubique y retire el cilindro de llenado.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1:Beneficiarios del proyecto

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
En el presente proyecto se verán beneficiadas un promedio de 500 estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica debido a que esta investigación representa un aporte importante para nuevas investigaciones del estudio de extracción y presurización del biogás.	Los beneficiarios indirectos del proyecto no son cuantificables debido a que esta investigación abre posibilidades extensas de nuevas investigaciones para transformar y utilizar el potencial energético, calorífico que posee dicho gas, empleando la normativa ministerial 131 art. 1 del ministerio del ambiente, agua y transición ecológica

Fuente: España J.& Monar L. (2022)

5 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

- ¿Cómo lograr el aprovechamiento del gas metano generado en los biodigestores, consiguiendo una máxima optimización?
- ¿Cómo se puede extraer y presurizar el biogás en reservorios para su transporte y utilización?

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Implementar un equipo de extracción y presurización de biogás CH_4 , generado por biodigestores.

6.2 Objetivos Específicos

- Revisar material bibliográfico de equipos de extracción y presurización de biogás (CH_4).
- Diseñar un equipo de extracción y presurización de biogás (CH_4).
- Construir un equipo de extracción y presurización de biogás (CH_4), con un sistema de control semiautomático para la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Comprobar la presión de llenado del sistema de extracción y presurización de biogás (CH_4) a través de pruebas de campo.

7 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades planteadas en la investigación del equipo

Objetivo específico 1	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
*Revisar material bibliográfico de equipos de extracción y presurización de gases.	*Investigación acerca de los equipos de extracción y presurización de biogás	*Base teórica acorde a los temas de la investigación	*Citas bibliográficas
Objetivo específico 2	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
*Diseñar equipo de extracción y presurización de biogás (CH ₄).	*Diseño de los planos de cada parte que comprende el equipo de extracción y presurización de biogás (CH ₄).	*Hoja de cálculos del equipo de extracción y presurización de biogás (CH ₄). *Planos del equipo de extracción y presurización de biogás	*Planos del diseño
Objetivo específico 3	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
*Construir un equipo de extracción y presurización de biogás (CH ₄) para la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	*Construcción del equipo según las medidas y el diseño	*Equipo de extracción y presurización de biogás	*Equipo construido e implementado *Registro fotográfico
Objetivo específico 4	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
*Comprobar la eficiencia del sistema de extracción y presurización de biogás (CH ₄) a través de pruebas de campo.	*Elaboración de un cronograma para las pruebas de funcionamiento del equipo	*Comprobación del funcionamiento del equipo	*Registro fotográfico *Hoja de verificación

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1 Fundamentación teórica

8.1.1 Antecedentes

Mediante análisis sistemático y crítico se puede deducir que en la extracción y presurización del biogás intervienen algunos factores tales como temperatura, presión atmosférica, condensación de gases entre otros, es decir, que es un proceso termomecánico en el que el gas es comprimido hasta logra un punto de sobre saturación que se conoce como punto crítico de gases, logrando de esta forma la presurización del gas, en este caso se realiza la investigación con el biogás que tiene una concentración superior del 70% de CH₄.

Al realizar este proceso existen riesgos que conlleva la manipulación de gases, dando paso a un análisis de automatización del proceso de extracción y presurización de biogás, en la que intervienen equipos tecnológicos de accionamiento eléctrico que se enlazan en una red de comando analógicos, reduciendo riesgo físicos, químicos y mecánicos

8.1.2 Generalidades del biogás metano (CH₄)

El biogás no es una nueva fuente de energía descubierta hace poco tiempo, se puede decir que este fue identificada por primera vez a finales del siglo XVIII por el físico volta. El metano alcanzo su máximo auge en la segunda guerra mundial debido a la eminente escasez de combustibles fósiles y a su difícil transportación por los conflictos existentes en dicho momento, pero al finalizar la segunda guerra mundial tuvo una gran decaída ya que se conseguía combustibles fósiles con mucha facilidad (Vera-Romero & Jaramillo, 2017).

Con el descubrimiento de este gas proveniente del biogás se ha logrado una nueva alternativa sustentable que podrá remplazar en un futuro al carbón o combustibles fósiles que con el pasar del tiempo se irán agotando, dependiendo de la demanda existente que cada vez va en aumento. Este biogás está constituido por una reacción química de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Al ser un gas muy volátil permite ser capturado y embazado y así ser utilizado como una nueva fuente de generación de energía o a su vez como una manera de generar combustible (Mantilla, 2021).

8.1.3 Producción del biogás metano (CH₄)

La producción de biogás requiere la intervención bioquímica de algunas partículas que particularmente se encuentran relacionadas directamente con las moléculas de oxígeno, debido a su alto grado de reacción con la presencia o ausencia de dicho elemento. Al pasar por el proceso de descomposición bioquímica se genera el biogás que tiene una gran concentración de gas metano que es altamente inflamable. Reaccionando de forma explosiva al formar codenas o mezclas con el aire (Moreno M. T., 2017).

Pero al igual que todo gas natural, contiene sedimentos o residuos de los elementos de descomposición, es por ello que debe pasar por un proceso de purificación y eliminación de residuos que afecten a la composición del gas. Cuando el biogás alcanza un porcentaje del 45%, se considera inflamable, debido a que iguala a la presencia de oxidantes, impurezas y gases saturados que neutralizan el proceso inflamatorio del metano (Moreno M. T., 2017).

8.1.4 Biodigestores

El biodigestor, hace referencia a su nombre debido a que en su interior sucede un proceso de digestión, tras la descomposición anaeróbica de la materia prima, proveniente de desechos vegetales, animales o humanos, es decir todo desecho orgánico que tenga en su composición moléculas de carbono (Aguilera, 2017).

En este caso hablaremos de dos tipos de digestores uno es de cúpula y tubular, pero nos centraremos específicamente en los tubulares. El digestor tubular tiene su forma característica al poseer una estructura alargada y por lo general son semienterrada esto permite que se forme una cúpula en la parte superior del biodigestor, este puede estar compuesto por dos materiales ya sea de polietileno o de membrana siendo flexibles para poder almacenar de forma correcta el biogás, y para dicha instalación es de fácil operación y se debe utilizar mano de obra calificada (Martí Herrero, 2019).

8.1.5 Tipos de biodigestores

Cúpula fija: Este modelo consiste en la construcción de una cámara fabrica a base de hormigón, por lo cual se recomienda que se haga de manera subterránea, debido a la presión de fuerzas

producida por los gases y de esta manera se evita perdidas tanto de fluidos como de los gases, considerando la variación de temperatura y los cambios a los cuales es sometida la materia en descomposición (Aguilera, 2017).

Cúpula móvil: Comparte algunas características en diseño con el de cúpula fija como su construcción debe ser subterránea, pero con la leve diferencia que estas trabajan de forma continua y a una mejor presión, con una cúpula que flota cuando el gas ya se encuentra en un grado de presión. Sistema batch o discontinuo: A diferencia de los modelos anteriores, se procederá a llenar el digestor una sola vez hasta que no contenga materia que descomponer, vaciando en su totalidad y dando mantenimiento para volver a ser alimentado y continúe su ciclo (Aguilera, 2017).

8.1.6 Purificación de biogás metano (CH₄)

La purificación de biogás, consiste en la eliminación de dióxido de carbono CO₂ y el sulfuro de hidrógeno, al eliminar el dióxido de carbono aumentamos el porcentaje de pureza del metano CH₄ y este tendrá un mejor rendimiento como combustible alternativo y al eliminar el sulfuro de hidrógenos disminuimos los efectos de corrosión en los metales que entre en contacto con el biogás (Aguilera, 2017).

Para realizar este proceso y reducir costos se utiliza el oxocalcium más conocido como óxido de calcio, eliminando bacterias y olores que ayudan a la generación de estos gases dañinos tan para el medio ambiente como para los seres vivos, el principal objetivo de la purificación de biogás es reducir la toxicidad que afecte a los seres vivos permitiendo su convivencia sin producir daños colaterales (Aguilera, 2017).

8.2 Metodología para la compresión y envasado del biometano

Para realizar la compresión del biometano hay que tener en claro que este proceso nace de una necesidad de la generación de nuevas energías viables y sustentables, que reduzcan gastos y sean inagotables. Es por ello que el biometano es el producto de la degradación de materia orgánica que se somete a la carencia de oxígeno, dando paso a la descomposición anaeróbica y generando biogás, dicho gas será purificado atreves de un filtro de micro malla acerada que retendrá un 95% de sulfuro de hidrogeno existente, evitando la lluvia acida (Schaeffer, 2015).

Para la utilización del biometano hay que tomar en cuenta que este gas será consumido en un sistema de compresión, generación, bombeo entre otros es decir que el mismo deberá mantener presiones desde los 30 a 240 bares dependiendo de la necesidad de presión requerida. Con la compresión del biogás se facilita el almacenamiento y transporte de biometano, reducción el riesgo de accidentes por explosión, al mismo tiempo logrado viabilizar dicho gas obtenido a base de recursos renovables y sin la intervención de derivados del petróleo o similares (López Vargas et al. 2017).

8.2.1 Compresión del biogás metano (CH₄)

Como todo gas la compresión es el resultante de elevación de temperaturas, es decir a comprimir de 1 psi a 10 psi existirá una variación de 0 °C a 2,81 °C. para conseguir una mayor presión de parte de los gases se necesita realizarlo en diferentes procesos, esto conlleva a un tratamiento de enfriamiento y posterior a realizar un nuevo envasado, esto permitirá realizar la compresión de una forma eficiente y segura, mitigando riesgos existentes al realizar este proceso(Hopp, 2022).

El movimiento de los gases y líquidos es un proceso denominado flujo ya sea de gas o líquido, pero si el gas fluye a una velocidad menor a la velocidad del sonido podemos decir que este mismo gas posee una velocidad constante y no sufre variaciones en el momento de compresión, además todo gas resultante se mantendrá como gas ideal hasta los 200 °C con una presión máxima de 30 bares o 435,11 PSI (Libras por Pulgadas Cuadradas) antes de su punto crítico de fallo(Muñoz, 2017).

Tabla 3: Compresión y variación de temperaturas.

COMPRESION Y VARIACION DE TEMPERATURA	
COMPRESIÓN	VARIACION DE TEMPERATURA
1 PSI A 10 PSI	0°C A 2,81°C
1 PSI A 20 PSI	0°C A 5,62°C
1 PSI A 30 PSI	0°C A 8,43°C
1 PSI A 40 PSI	0°C A 11,24°C
1 PSI A 50 PSI	0°C A 14,05°C
1 PSI A 60 PSI	0°C A 16,86°C
1 PSI A 70 PSI	0°C A 19,67°C
1 PSI A 80 PSI	0°C A 22,48°C
1 PSI A 90 PSI	0°C A 25,29°C
1 PSI A 100 PSI	0°C A 28,10°C

1 PSI A 110 PSI	0°C A 30,91°C
1 PSI A 120 PSI	0°C A 33,72°C
1 PSI A 130 PSI	0°C A 36,53°C
1 PSI A 140 PSI	0°C A 39,34°C
1 PSI A 150 PSI	0°C A 42,15°C
1 PSI A 160 PSI	0°C A 44,96°C

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

Tabla 4: requerimiento del compresor para la extracción de biogás (CH₄).

REQUERIMIENTO DEL COMPRESOR	
REQUERIMIENTOS	COMPRESION DE BIOMETANO
Presión absoluta	175 PSI = 1206.38 KPa
Temperatura absoluta (rankines)	573°R = 45°C
Número de etapas de compresor	8 etapas
Presión de succión	5 PSI = 34.4738 Kpa
Presión de descarga	40 PSI = 275.79 Kpa
Temperatura de succión	90 °F
Constante del gas metano	1.25 K
Relación de compresión	2.93
Temperatura de medición del gas. F	113°F = 45°C
Presión atmosférica (curva bhp)	14.4 PSI
Área (área he del cilindro)	804 HE
Carga compresión en barra	28175 lb
Carga real	769 BHP

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

8.2.2 Equipos para la compresión de biogás metano (CH₄)

El principio fundamental del aire comprimido es la transferencia de calor, pero no obstante se dice que consiste en la transferencia de energía para poder transformarlo a trabajo el cual se encarga de comprimir el gas biometano a través de un pistón que presiona el aire dentro de un cilindro enviándolo a un reservorio o almacenamiento destinado para dicho propósito (Baca, 2020).

El compresor tiene su función de extraer y enviar presión por el otro extremo, aumentando la presión según las revoluciones que produzca el embolo, este proceso tendrá una saturación de gases provocando una elevación de temperatura conteniendo en un reservorio hasta estabilizar su estado gaseoso a una temperatura ambiente. Existen algunos tipos de compresores como son los de desplazamiento, pistón lóbulo recto (Vicente et al. 2019).

8.2.3 Factores de riesgo

Para evitar posibles riesgos existentes en los operarios del equipo de extracción y presurización de biogás metano, se debe realizar un análisis señalando las características y condiciones de funcionamiento de la maquinaria establecida, de esta forma definir las medidas preventivas a tener en consideración. Para poder determinar los tipos de riesgos existentes tenemos que establecer como prioridad el lugar, la maquinaria, las operaciones y el personal calificado (Moriana, 2018).

Para realizar una correcta valoración de riesgo hay que tener en cuenta la limitación del espacio de riesgo que posee la maquinaria y su suministro tomando en cuenta las propiedades del biogás metano (CH_4) como se muestra en la tabla 5 de propiedades temperatura de biogás, para lograr la identificación de peligro que es un método de prevención anticipada a una acción realizada en caso que suscite un acontecimiento de accidente provocado por la maquinaria o por error humano (Moriana, 2018).

Según la norma INEN 1537 de manipulación y trasvase de gases se, establece requisitos obligatorios como norma de seguridad como por ejemplo no fumar en áreas restringidas, no se debe permitir la presencia de personas ajenas a la operación, no se debe encender fuego o trabajos que puedan provocar chispas, una válvula de no retroceso manual accesible.

Tabla 5: Propiedades de temperaturas del biogás.

ITEM	UNIDAD	VALOR
1	Densidad	0,657 kg/m ³
2	Punto de fusión	90,7 °K
3	Punto de ebullición	111,65 °K

Fuente: (Dorta, 2018)

Para definir un factor de riesgo característico hay que mor en cuenta las diferencias existentes entre el gas natural biogás, CH_4 y el gas licuado de petróleo, tomando en cuenta la composición, gravedad, formula química, poder calórico y presión de suministro como se evidencia en la tabla 6.

Tabla 6: Propiedades del biogás metano y el gas GLP.

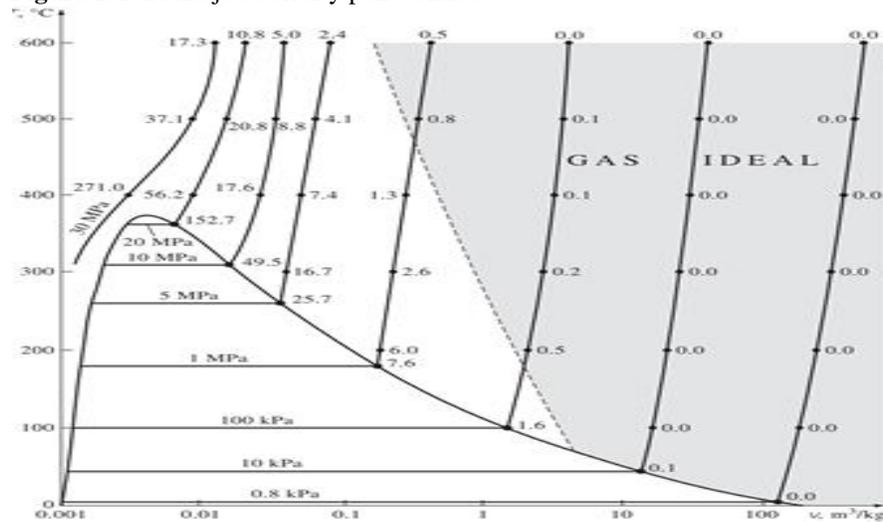
COMPARACION DEL METANO Y GLP		
PROP.	GAS METANO CH4	GLP
Composición	55% a 70% Metano	60% propano 40% butano
Fórmula	CH4	C4H10
Química		C3H8
Gravedad	0.60	2.05
Específica		1.56
Poder		22.244Kcal/m3
Calorífico	8,540 Kcal/m3	6595 Kcal/m3 11.739Kcal/Kilo
Presión de suministro	21 Mbar	50 Mbar
Estado Físico	sin límite de presión líquido a -160 °C a presión atmosférica	líquido a 20°C con presión de 25 bar
Color / Olor	incoloro/ inodoro	incoloro/ inodoro

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

8.2.4 Envasado de biogás metano (CH₄)

Al ser una zona agrícola, se cuenta con una gran cantidad de materia orgánica, en la que se produce biogás, pero existen algunos casos en los que el biogás CH₄ se maneja de forma deficiente en la cual es quemado para obtener un material calórico, pero no es aprovechado su potencial energético debido a la falta de presión existente a la salida del biogás (Acosta Pinto et al. 2018).

La ecuación de los gases es muy simple y utilizada con frecuencia en el cálculo de compresibilidad, pero existe puntos donde el gas es actúan fuera del rango compresible y se desvían llegando a la región de saturación y punto crítico como se muestra en la figura 1 de porcentaje de error y punto crítico. Esta curva de desviación se produce bajo condiciones específicas en las que interviene temperaturas y presiones (Z. Pajon et al. 2019).

Figura 1. Porcentaje de error y punto crítico

Fuente: Pajon et al. (2019)

8.3 Diseño y cálculo del cilindro de almacenamiento de biogás metano (CH₄)

Para el diseño del cilindro de contención de gas se tomaron en cuenta la norma estándar API (Instituto Americano de Petróleo) 650 sección 2 apartado 4 y la API-620 esta última es más utilizada al momento de construir tanques o cilindros de almacenamiento a baja presión como es un gas saturado previo al proceso de refrigeración o dependiendo de su estado de saturación, para ello se realiza una tabla de comparación de las normas API (Instituto Americano de Petróleo) 650 y 620 como se muestra en la tabla 7 (Dorta, 2018).

Tabla 7: Comparación de Código API 650 Y 620.

		Unidades	API-650	API-620
Temperatura máxima		°C	93.3 ⁽¹⁾	93.3
Temperatura mínima		°C	-28.8	Desde 45 hasta 167
Espesor máximo cuerpo		cm	44.4	-
Espesor mínimo cuerpo	Si D < 15.2 m	mm	4.76	4.76
Espesor mínimo techo		mm	4.76	-

Fuente: (Dorta, 2018)

Al realizar el cilindro de gas hay que tomar en cuenta factores característicos tales como espesor, altura, diámetro, presión mínima, presión máxima, peso, recubrimiento, cuerpo y en el caso de ser necesario el color que será aplicado, los cuales se detalla en la tabla 8.

Tabla 8: Características del Cilindro de almacenamiento.

Características			
N°	Características	Unidad de medida	Valor Obtenido
1	Altura	mm	580
2	Color	-	Rojo
3	Cuerpo	-	Acero
4	Diámetro	mm	103,5
5	Espesor	mm	3,5
6	Peso	Kg	5,8
7	Presión máxima	PSI	200
8	Presión mínima	PSI	0
9	Material específico	A283M/A °C	283

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

Para el diseño del tanque reservorio se ha de identificar un material cuya tensión sea admisible para el diseño del depósito, como es el acero al carbono con una aleación de acero y aluminio, sometido a una presión de 174 bares, esto permite un menor costo en el mantenimiento al igual que reduce la corrosión interna.

8.4 Fórmulas para el cálculo de almacenamiento

Mediante las fórmulas planteadas se puede realizar el análisis conforme a los cálculos matemáticos del volumen que contendrá el cilindro, de esta manera se evita el fallo por punto crítico al momento de realizar el proceso de envasado de gas metano (CH₄), para su debida manipulación y transporte, garantizando la seguridad del operario que realice esta acción.

8.4.1 Volumen del recipiente

Volumen del cilindro

Volumen es igual a una constante que multiplica a la altura por el radio elevado al cuadrado.

$$V = \pi \cdot h \cdot r^2 \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Volumen de la cúpula de cilindro

Volumen de la cúpula es igual a tres cuartos que multiplica a una constante por el radio al cubo.

$$V_{esf} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Volumen total del recipiente

El volumen total del recipiente es igual a la sumatoria de los resultantes del volumen del cilindro más el volumen de la cúpula.

$$V_T = V + V_{esf} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Caudal de descarga

El caudal de descarga es igual a él volumen del cilindro que multiplica a la presión máxima menos la presión mínima entre el tiempo por una constante de temperatura.

$$Q = \frac{V \cdot (P_{max} - P_{min})}{t \cdot (0,89)} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

8.4.2 Partes de un cilindro de almacenamiento

El cilindro o garrafas, tienen la función de contener un gas suministrado a determinadas presiones, estos cilindros pueden variar su capacidad que viene establecida en Kg es decir puede ser desde 1Kg a 45 KG los de consumo doméstico, estos valores cambian según el país en el que se distribuya. Los cilindros o garrafas están compuestas por cinco compones los cuales son el cuerpo, el medio de apoyo, protector de válvula de maniobra, brida, válvula y tapón (Altenburg et al. 2017).

8.4.3 Partes del cilindro

El recipiente tiene una forma cilíndrica que permite receptar una cantidad de sustancias permisibles ya sea liquido o gaseoso (Altenburg, 2017), de esta forma se consigue establecer características designadas para optimizar su diseño estructural teniendo en cuenta las normas INEN 2260 (Servicio Ecuatoriano de Normalización) de almacenamiento de gases. El diseño del cilindro cuenta con partes estructuradas tales como (Aguilar, 2018).

- Cuerpo cilíndrico
- Acoples en cruz
- Acople en codo de 90°

- Bujes con hilo femenino
- Reductor de acoples
- Manómetro de glicerina
- Válvula de gas

8.5 Material y capacidad máxima

Los cilindros de gas en general son de 5, 10, 15 y 45 kg con frecuencia el cilindro más utilizado es el de 15 kg que contiene el de consumo de gas doméstico. Estos son fabricados según la norma INEN 111 (Servicio Ecuatoriano de Normalización) y utilizan los aceros siguiendo indicaciones de la norma INEN 113, al igual que deben contar con una certificación según la norma INEN 2260 (Servicio Ecuatoriano de Normalización) del proceso al culminar su construcción (Taris, 2019).

La capacidad máxima recomendada del llenado del cilindro de gas independientemente de la capacidad del mismo, debe ser de un 80% de la capacidad permisible, en el caso de sobresaturación del gas existe un remanente que servirá como alivio de gases saturados permitiendo la estabilización del gas comprimido, evitando llegar al punto crítico del recipiente (Aguilar, 2018).

8.6 Manipulación y transporte

A diferencia del GLP que necesita estar en condiciones ambientales para encontrarse en su estado gaseoso, el biogás siempre se encuentra en ese estado debido a su composición natural del CH_4 por lo tanto esto facilita la compresión en recipientes o cilindros permitiendo un menor peso, pero almacenando de igual manera dicho gas. El biogás puede ser almacenado en garrafas o en tanques dependiendo de la manera en que se vaya a utilizar ya sea recambiable o estable como se muestra en la Tabla 9 de las características de tanques y cilindros (Sarria, 2019).

Tabla 9: Diferencias entre cilindros y tanques.

Diferencias	
Cilindros	Tanques
Pueden ser cargados por un individuo	Se necesita más de dos individuos para ser movilizado
El contenido es renovable	Será fijo

Se recarga en menor tiempo

Ocupa más espacio

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

8.7 Compresores

Las máquinas conocidas como compresores tienen como función comprimir, es decir ingresan fluidos a una presión definida y son expulsados a una superior como por ejemplo el aire que es el más comúnmente usado, también se pueden utilizar otras sustancias como gas natural, nitrógeno u otros gases usados por las industrias. Cuando pasa por el compresor el cuerpo de la sustancia es disminuida aumentando la presión, toda la energía necesaria para que este proceso se lleve a cabo es suministrada por un motor que puede ser eléctrico o de combustión interna (Sarmiento & Ramirez, 2020).

Además, para mencionar el funcionamiento de un compresor se debe entender su trabajo, expresándolo de una forma más simplificada el compresor está construido para elevar la presión de un gas que puede ser el aire en un área limitada, lo que permite el transporte de un flujo para transferir energía. Todo este proceso se lo puede determinar en cuatro pasos que serían: aspiración, desplazamiento, compresión y escape (Acosta Fonseca, 2018).

8.7.1 Tipos de compresores

Estas máquinas vienen en diferentes formas, tamaños y están configurados para adaptarse a la aplicación que se le vaya a dar. La gran variedad de compresores se puede categorizar en grupos, tomando en cuenta el tipo de compresión que realizan (Fábregas Villegas, 2021). Tomando en cuenta el tipo de compresión que van a efectuar tenemos compresores de desplazamiento positivo y dinámicos.

8.7.2 Compresores de desplazamiento positivo

Los compresores de desplazamiento positivo poseen dimensiones fijas, y por cada movimiento del eje de un extremo al otro se mantiene la misma reducción en volumen y el correspondiente aumento de presión y temperatura. También presenta una sub clasificación donde se localizan los reciprocantes y los rotativos (Acosta Fonseca, 2018).

8.7.3 Compresores rotativos

Es un compresor de desplazamiento positivo, estos consisten en un embolo animado por un movimiento rotatorio, el aire se comprime debido a la continua reducción del volumen. Estos compresores comprenden a los de paletas deslizantes, tornillo, lóbulos, scroll donde su característica principal es que usan rotores para su funcionamiento (Robalino, 2020).

“Esté compresor muestra mejor poder isentrópica, es más confiable, su funcionamiento es más fluido y genera menos emisiones acústicas” (Tello, 2021).

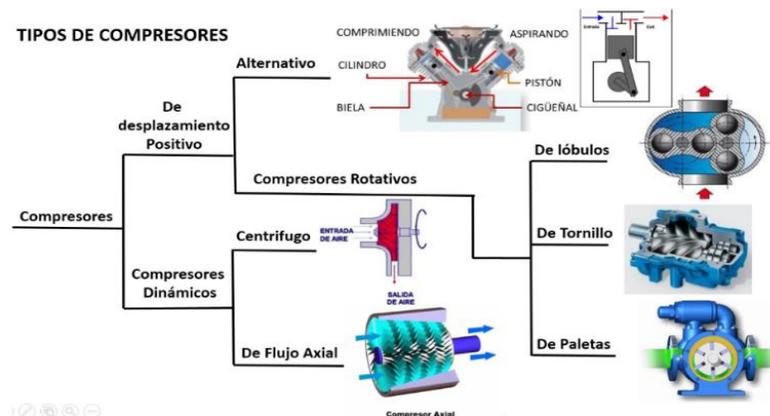
8.8 Compresores recíprocos

Estos compresores del mismo modo llamados alternos, usan un método muy eficiente y confiable al momento de comprimir casi cualquier mezcla de gas, desde el vacío hasta más de 1000 bar siendo esto de aplicación industrial; poseen una gran flexibilidad para comprimir una gran gama de densidades de gas, como el hidrogeno con un peso molecular de 2 o también el cloro con un peso molecular de 70. Siendo esta una de las razones porque estos compresores tienen muchas aplicaciones en plantas químicas, de refinación y petroquímicas (Cajas F. y Torres C., 2018).

8.8.1 De pistón

Este tipo de compresor aspira aire al cilindro debido al trabajo ejercido de parte de un cilindro maniobrado por una biela y un cigüeñal, Luego, la válvula se cierra y el pistón realiza la acción opuesta a la succión, comprimiendo el líquido en el cilindro. Cuando se alcanza la presión requerida, se vuelve a abrir la válvula y se descarga el líquido a la red (Calomarde, 2019).

Figura 2. Tipos de compresores



Fuente: Pérez, J. (2019)

8.9 Manómetros

“Un manómetro es una herramienta de medición que se utiliza para calcular la presión de un líquido en un recipiente cerrado. Básicamente hay dos tipos de manómetros que se utilizan para medir la presión de un líquido o gas” (Domínguez, 2019).

Muchos dispositivos usados para medir la presión atmosférica como nivel de referencia, calculan la sustracción de la presión existente y la presión atmosférica, llamándolo manómetro; Estos instrumentos se denominan manómetros y funcionan según los mismos principios que los barómetros de mercurio y aneroides. La presión relativa se expresa por encima o por debajo de la presión atmosférica. (Hormiga, Gonzalez, y Pinto).

8.9.1 Características de los manómetros

“Los manómetros se consideran herramientas de gran importancia ya que ayudan a configurar, calibrar y ajustar la maquinaria que los utiliza. De lo contrario, sin estos datos, el dispositivo utilizado no podrá realizar sus funciones de manera confiable” (Molina, 2021).

Los manómetros también presentan diversos materiales en los que van a ser fabricados esto depende de la función a la que se vaya a aplicar o del fluido que vaya a usar, así se fabrican manómetros en acero inoxidable comúnmente utilizado en la industria contra la corrosión y presión, termoplásticos que son maleables a altas temperaturas, fibra de vidrio que presenta mejor resistencia que los termoplásticos (Carballo, 2015).

8.10 Tipos de manómetros

Molina (2021) describió que los manómetros utilizan la presión atmosférica como referencia y en función de cómo se realiza la toma de este valor se tiene varios tipos de manómetros.

8.10.1 Manómetro de Bourdon

Este instrumento, llamado así por su inventor Eugene Bourdon, es ampliamente utilizado en muchos laboratorios e industrias en todo el mundo, anteriormente se usaba el famoso "barómetro de mercurio (Hg)" aunque tenían muchas limitaciones como solución a este problema se inventó

un dispositivo con las siguientes características: es un tubo plano, por lo que se obtiene una sección transversal circular con un ángulo de aproximadamente 270° , donde se aprieta en ángulo, sus extremos y quedan libres entre movimientos, y en otro lugar se montan y conectan a la cámara de medición de presión (Molina, 2021).

8.10.2 Manómetro de tubo abierto

Consiste en un tubo en forma de U que contiene el líquido de manera que un extremo del tubo se ventila a la atmósfera y el otro extremo se conecta al recipiente que contiene el gas a medir la presión p . En los gases, la densidad es relativamente baja, por lo que la caída de presión en varios puntos dentro del recipiente es insignificante. Se puede suponer que la presión en el cilindro de gas es la misma en todos sus puntos (Marini, Evangelista, y Oliva, 2019).

8.10.3 Manómetro digital

Ampliamente utilizado, comparable a los manómetros mecánicos y fácil de leer. Son ampliamente utilizados en dispositivos de control remoto porque pueden conectarse electrónicamente a un sistema de control auxiliar para dispositivos más grandes. Utilizan un sensor de presión que genera una señal eléctrica basada en la presión con una fina capa de polisilicio para maximizar la capacidad de medición y también para ser insensible a golpes y vibraciones (Domínguez, 2019).

8.10.4 Válvulas

Son instrumentos cuya creación fue enfocada en el control del flujo de diferentes sustancias que pasen a través de una tubería con lo que se va a controlar la dirección, la presión y el flujo de las sustancias. Así mismo estos instrumentos pueden ser activadas por diferentes mecanismos en forma manual, hidráulica o eléctrica (Diaz, 2018).

8.11 Tipos de válvulas

8.11.1 Reguladora de presión

Las válvulas de control de presión funcionan utilizando la presión de la sustancia como retroalimentación. Esto se realiza principalmente en el interior de la válvula, puede conectar una

conexión sin retorno desde la tubería aguas abajo. El control de la presión a tasas de flujo bajas cercanas a cero es difícil y, a menudo, requiere encender componentes internos o externos, como válvulas de alivio de presión, para asegurar que no exista altas aguas abajo dentro del circuito (Pérez, 2020).

8.11.2 Alivio de presión

La sobrepresión no controlada puede tener consecuencias catastróficas, por ejemplo, al controlar gases potencialmente explosivos generalmente funcionan con un resorte, aunque también pueden funcionar mediante gravedad y debe también incluirse un disco de rotura que se trata de un disco que cuando se somete a presiones más altas de las que soporta se rompe liberando la presión excedente, aunque después el circuito debe cerrarse para poder remplazar el mismo (Vega, 2020).

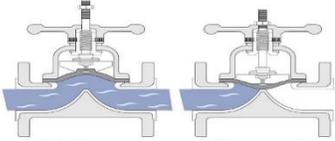
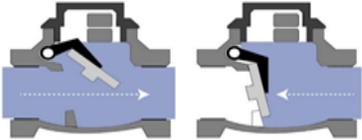
8.11.3 Válvula de cilindro de gas

Como se habló anteriormente de los tipos de válvulas podemos observar que la válvula que comúnmente es utilizada para los cilindros de gas son las válvulas de bola, ya que Este tipo de válvula le permite controlar el flujo de líquido contenido en el cilindro de gas y puede usarse como válvula de control o válvula de cierre del sistema (Villaroel, 2021).

8.11.4 Válvula de consumo industrial

Una válvula industrial es una herramienta mecánica que permite iniciar, detener o regular el flujo de una sustancia sea líquida o gaseosa, usando piezas móviles que pueden abrir, cerrar o impedir de otro modo el flujo de la sustancia a través de uno o varias tuberías industriales. Las válvulas industriales son necesarias para controlar los procesos de fabricación o las operaciones de la planta. De manera similar, se utilizan cuando se requieren condiciones variables en el tiempo (Pérez, J. et al. 2021).

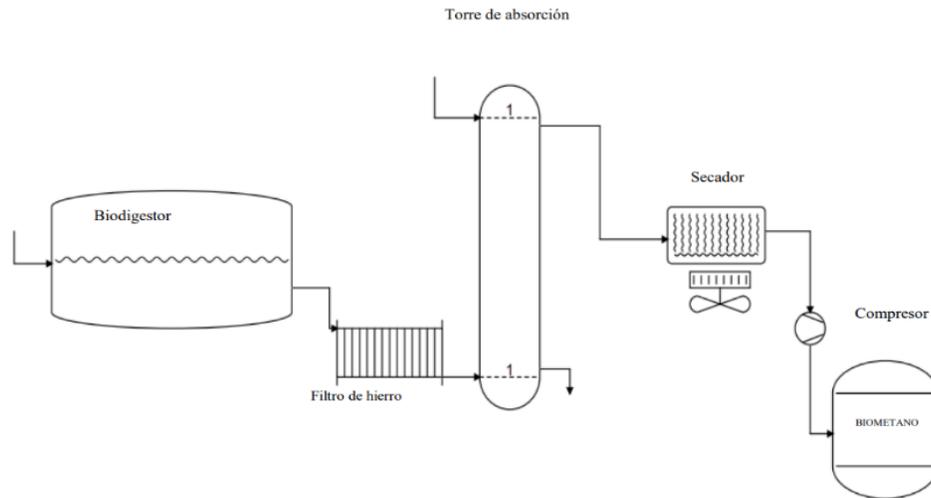
Tabla 10: Tipos de válvulas.

Tipo de válvula	Gráfico de la válvula	Descripción
De diafragma	 <p data-bbox="511 514 790 569">Abierta (On) Cerrada (Off)</p>	Esta válvula posee múltiples vueltas y está cerrada por un diafragma flexible unido al compresor.
De retención	 <p data-bbox="511 814 786 842">Abierto (ON) Cerrado (Off)</p>	Esta válvula opera a la misma presión que el fluido, permitiendo al líquido fluir en la dirección del flujo y evitando que se despresurice.

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

8.12 Conductos de envasado de biogás

Después de la compresión previa, el biogás se filtra para reducir el contenido de gas sin quemar, aumentar el potencial y convertir el biogás en biometano. El biometano resultante luego se comprime, se almacena en cilindros y se usa en motores, turbinas e incluso se puede alimentar a las tuberías de gas. Preparación para la distribución de biogás/biometano. El biogás va al sistema de compresión y una pequeña parte se utiliza en los motores, bombas y generadores de la planta. Durante el proceso de filtración, la composición del biogás cambia y la concentración de metano en él aumenta. Este nuevo compuesto, ahora llamado biometano, luego pasa por un sistema de compresión para llenar los cilindros. También se puede conectar a puntos de almacenamiento e incluso de transporte de larga distancia para alimentar la red de gas natural. El biometano también se puede almacenar en grandes tanques de gas para su transporte por camión o tren (Castro, 2020).

Figura 3. Diagrama del proceso de purificación y envasado de biogás

Fuente: Linares, López y Merino (2017)

Los requisitos para las tuberías, válvulas y accesorios de biogás son esencialmente los mismos que para otras instalaciones de gas. Sin embargo, debido a que el biogás contiene vapor de agua y sulfuro de hidrógeno, no se deben usar tuberías, válvulas o accesorios formados por materiales ferrosos, ya que pueden destruirse en poco tiempo (Palacios, 2016).

Tabla 11: Tipos de mangueras.

Mangueras	Presión máxima	Temperatura máxima
Mangueras de POLIFLO	125 PSI	50°C
Mangueras de gas alta presión 2M 40076	250 PSI	60 °C
Mangueras de gas conector 3/8 Aksi	300 PSI	60 °C

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

Para la conducción del biogás se considera adecuado los tubos de polietileno de alta densidad (HDPE), a diferencia de los tubos de policloruro de vinilo (PVC) que no debe ser utilizado para este propósito. Para el empleo del HDPE o poliamina, se debe asegurar que la resistencia eléctrica sea mayor de 109 ohm para poder disminuir el riesgo de incendio. Además, dado que las tuberías de plástico suelen tener una estabilidad estructural baja, es importante colocar un número suficiente de soportes para así evitar curvaturas y puntos de condensación no deseados (López J. et al., 2017).

Cuando se utilizan tuberías de HDPE, se debe tener en cuenta el coeficiente de expansión térmica de $0.20 \text{ mm}/(\text{m}^\circ\text{K})$, principalmente cuando la tubería no se coloca en la zanja, sino que se sostiene en el aire. Las tuberías comprendidas entre fuentes de ignición o apagallamas deben ser antideflagrantes y soportar una presión de al menos 6 bar (mínimo PN6) general, los gasoductos deben tener las siguientes resistencias:

- **Mecánicas:** Esfuerzos mecánicos de formación: cambios térmicos, vibración, entre otros. En el diseño se debe tener en cuenta la dilatación del material y compensarla con la instalación de juntas de dilatación o compensadores (desviaciones en el tubo hecho con codos a 90° que actúan con “resortes” para asegurar la expansión y la contracción de la tubería).
- **Térmicas:** cumplimiento de los requisitos de seguridad contra incendios, especialmente cuando sean de materiales plásticos
- **Químicas:** resistencia a la corrosión de compuestos ácidos provenientes, por ejemplo, de la combinación de sulfuro de hidrogeno y agua (López J. et al., 2017).

La tubería para la conducción de biogás se seleccionará de modo que tengan un espesor de pared suficiente para soportar la presión de diseño en el biodigestor y si es necesario, para soportar las cargas externas previstas. Cada componente de la tubería debe estar diseñado para soportar la presión de trabajo y las propiedades termodinámicas del gas para que funcione de manera adecuada y eficiente durante los picos de demanda de biogás (Linares W., López F., y Merino F., 2017).

8.12.1 Acoples

Los acoples son dispositivos que permiten conectar dos ejes en sus extremos para la transmisión de potencia o velocidad. Cuando existe un desajuste las piezas de acoplamiento tienden a moverse con poca o ninguna resistencia, por lo que no hay tensión de flexión apreciable en el eje. Cada acople es diseñado para un movimiento y están dados para una determina potencia o tipo de desalineamiento (Tafur, 2020).

8.13 Automatización

La automatización se puede definir como un sistema de producción diseñado para utilizar la capacidad de las máquinas para realizar tareas específicas previamente realizadas por humanos y así poder controlar la secuencia de operaciones, también utilizada en procesos industriales sustituyendo a los operarios. En ingeniería la automatización es considerada una disciplina más amplia que un simple sistema de control, conformado por dispositivos hechos por el ser humano, donde se incluyen sensores y detectores de campo, sistemas de control y monitoreo, sistemas de comunicación y adquisición de datos, así como software y aplicaciones en tiempo real para monitoreo y gestionar la planta o el proceso de fabricación (Machado, 2017).

Hoy en día, el grado de automatización en una empresa es la base de la competitividad en el sector productivo, lo que incluye diferentes tecnologías para controlar una gran variedad de procesos dentro de una empresa, potencialmente capaces de realizar las actividades deseadas, minimizando el factor humano, para realizar un servicio o fabricar un producto que incluya mano de obra, así como para solucionar problemas ergonómicos del operador. La automatización tiene muchos beneficios a futuro entre los cuales están: reducir los costos de producción y la calidad del producto, liberar a los operarios de tareas tediosas, peligrosas o insalubres (Mejía-Neira A., , 2019).

Para realizar el proceso de automatización de cualquier maquinaria o proceso, es necesario asegurarse de que una implementación en particular se beneficiara, esto se predice modelando los proyectos de software utilizados en la industria, demostrando así la capacidad de responder a los cambios en la producción, el tiempo de producción y su efecto. sobre la productividad (Alcocer P., Calero M., 2020).

El aplicar un sistema automatizado enfocados en biodigestores tiene el propósito de mejorar la producción y de esta manera solucionar los diferentes problemas que se puedan presentar durante el proceso de obtención del biogás, como por ejemplo los problemas de temperatura que pueden llegar a afectar la generación de CH₄ (Zamudio G. y Gomez J., 2021).

8.14 Tipos de automatización

8.14.1 Automatización Fija

Este tipo de programación se enfoca en la producción de grandes volúmenes de un producto específico durante un periodo de tiempo extendido, se debe mantener a lo largo del tiempo, puesto que la programación de este tipo de automatización no puede ser alterada de ninguna manera. Está asociada con el empleo de sistema lógicos como, ejemplo: sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo, estos sistemas se han vuelto más flexibles con la introducción de ciertos elementos programables, como es el caso de los (PLC) controladores lógicos programables (Chaverra J, Roldán F. , 2016).

8.14.2 Automatización programable

Se considera uno de los tipos de programación más rentables a largo plazo. Esto permite la fabricación de productos de la misma naturaleza en lotes. Son sistemas programables y configurables, lo que permite adaptarlos a las necesidades de cada tipo de pieza a fabricar. Se trata de modelos totalmente personalizables y adaptados a las necesidades de cada proceso (Alcocer P., Calero M., 2020).

8.14.3 Automatización flexible

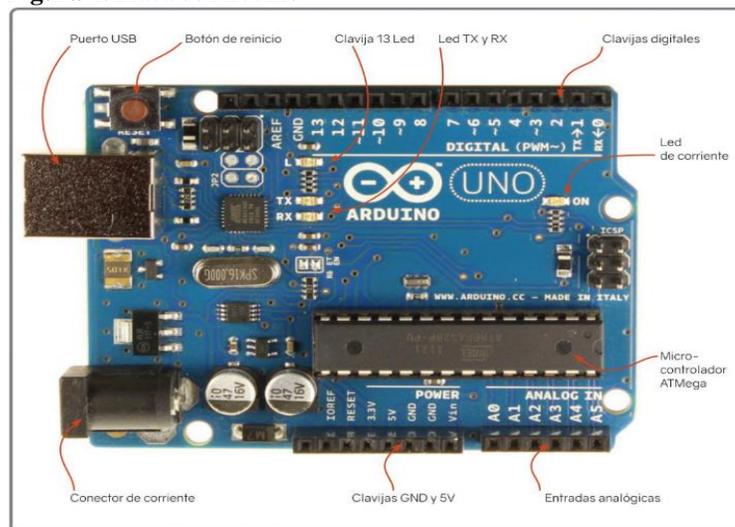
La automatización flexible se puede entender como una combinación de la automatización fija y la programable, también se puede considerar como una versión más compleja de la automatización programable. Estos sistemas generalmente consisten en varias estaciones de trabajo conectadas entre sí por un sistema de manejo y almacenamiento de materiales (Boix-Aragonés O., 2021).

8.14.4 Arduino y P.L.C.

8.14.5 Arduino

La palabra "código abierto" está en todas partes con la tecnología Linux y la base GNU. Además del software de código abierto y los sistemas operativos, el hardware de código abierto también está progresando y convirtiéndose en el punto central de atracción para los investigadores de todo el mundo. El hardware de código abierto más ampliamente adoptado disponible en este momento es "Arduino". Este tiene varios productos tales como tableros, Lilypad y escudos. La tecnología Arduino ha permitido que varios fabricantes y entusiastas de la investigación presenten sus propios tableros y protectores personalizados según sus requisitos de investigación y área de implementación (Nayyar A. & Puri V., 2016).

Figura 4. Placa de Arduino

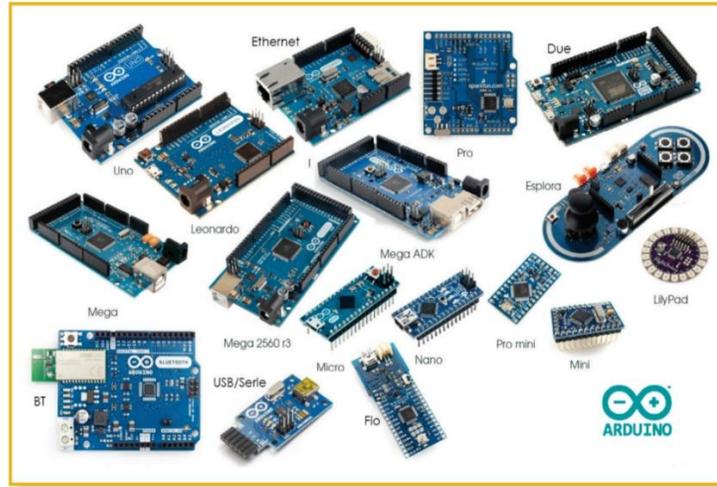


Fuente: Millahual (2020)

El microcontrolador incorporado en la placa permite la programación de un lenguaje de alto nivel. Este se trasladado al eje del mecanismo es el encargado de efectuar los procesos matemáticos y lógicos además gestiona los recursos para cada componente externo que se conecte a la placa principal. Esta placa se compone por varias entradas analógicas y digitales que ayudan a conectar diferentes sensores, además de otras placas o shields, esto permite que se ejecuten nuevas funcionalidades sin necesidad de alterar el diseño de la placa. El Arduino se puede encontrar en diversas categorías, que se utilizan dependiendo el proyecto que se va a implementar, entre las

placas de Arduino tenemos; placas de expansión, kits y accesorios, además también se pueden encontrar la categoría de impresoras 3D (Banzi, 2022).

Figura 5. Placas de Arduino

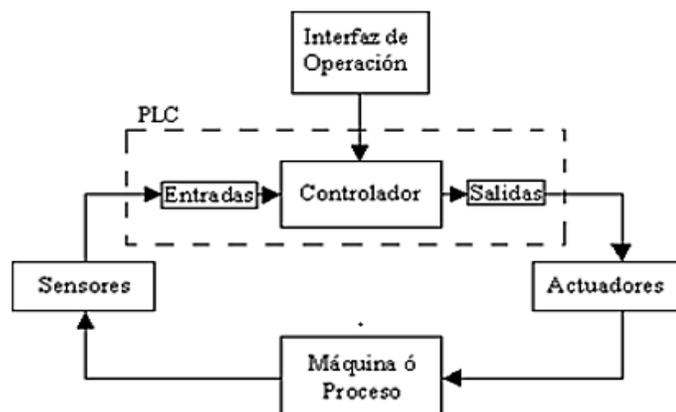


Fuente: Millahual (2020)

8.14.6 Controladores lógicos programables (P.L.C.)

Un controlador lógico programable también conocido por sus iniciales en inglés como PLC (programmable logic controller), se trata de una computadora industrial que tiene la capacidad de automatizar todo tipo de procesos industriales. Para que un PLC pueda controlar y procesar una labor automática, como punto inicial debe proyectar para cumplir el trabajo deseado. Variando por el modelo del PLC se dispondrá de un software, cada programa contará con diferentes lenguajes de programación en donde se realizará el trabajo (Khdili, 2020).

Figura 6. Funcionamiento del PLC



Fuente: Khdili (2020)

Un PLC consta de un conjunto de placas de circuitos impreso o placas que contienen componentes electrónicos. Posee una distribución característica de diversas técnicas programables como por ejemplo un microprocesador, esencialmente la función de un PLC es detectar varios tipos de señales de un determinado proceso, para posteriormente enviar acciones de acuerdo a la programación inicial (Villarreal, 2017).

A continuación, se describe la estructura básica de un PLC:

- **Fuente de alimentación:** La función de la fuente de alimentación en el controlador es alimentar el procesador y otras placas que coincidan con la configuración del PLC.
- **Módulos de interfases de entradas/salidas (E/S):** Proporcionan comunicación entre el procesador del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se intercambia información para recolectar datos o controlar maquinaria tecnológica.
- **Módulo de memorias:** existe una gran variedad de dispositivos exteriores como, por ejemplo: módulo de entradas y salidas discretas; módulos de entradas y salidas analógicas
- **Unidad de programación:** El terminal de programación es un medio de comunicación entre una persona y la máquina; Estos dispositivos incluyen el teclado y los dispositivos visuales. Se pueden encontrar tres prototipos de programación: manuales (Hand Held), tipo calculadora, tipo pc y la computadora (Villarreal, 2017).

Figura 7. C LOGO 8 12/24RC



Fuente: SIEMENS (2020)

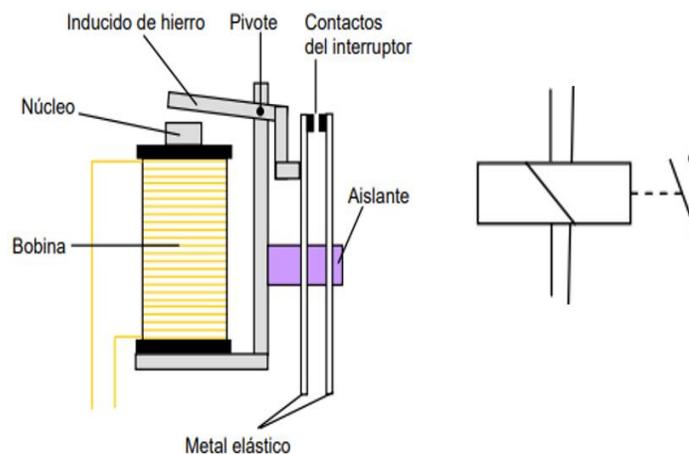
8.15 Relés

En la actualidad el avance tecnológico y el desarrollo de softwares ha ocasionado la aparición de dispositivos de protección como son los relés que permiten que los sistemas eléctricos realicen funciones de control. El relé es un dispositivo que censa una señal ya sea de tensión o intensidad, si los parámetros se encuentran fuera de los ajustes preestablecidos, el relé dará apertura a un interruptor automático y este activara una alarma en la cual se mostrara la falla ya sea en las líneas o equipos, se considera como una forma de protección activa, que tiene la finalidad de mantener un alto nivel de continuidad de servicio y un daño limitado de los equipos, en otras palabras, se los considera sistemas de protección (Bustos X. & Oñáte H., 2020).

8.15.1 Funcionamiento de un relé

El relé se considera como un interruptor accionado por un electroimán. Un electroimán consiste en una varilla de hierro dulce, denominada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre. Cuando una corriente fluye a través de la bobina, el núcleo de hierro es magnetizado por el campo generado por la bobina, entre más fuere sea el imán, mayor es la corriente y el número de vueltas de la bobina. Cuando el interruptor se abre y la corriente ya no fluye a través de la bobina, el campo magnético desaparece y el núcleo deja de ser un imán (Argüello G. & Carchipulla C., 2015)

Figura 8. Elementos de un relé y su simbología



Fuente: Schneider Electric (2019)

En la figura 8 se puede observar la simbología que tiene un relé, la bobina es representada mediante un rectángulo alargado con una línea a 45° atravesada por su parte central. El interruptor de

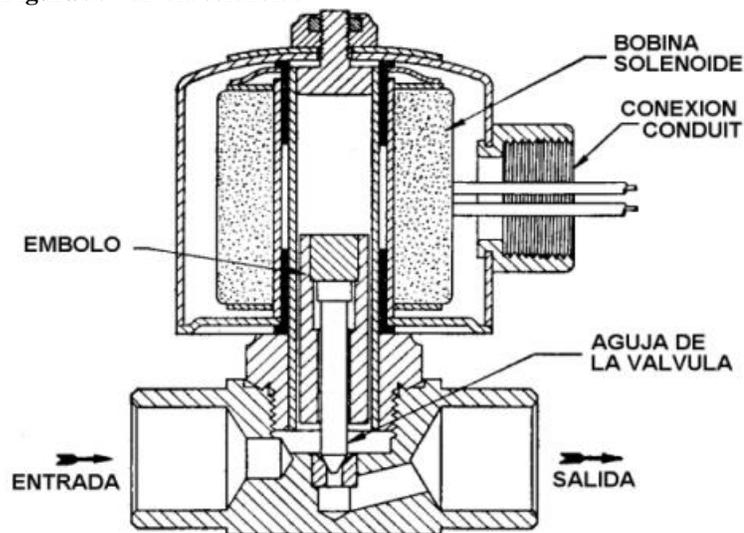
contactos se representa como un interruptor normal. Se establece un vínculo entre la bobina y el interruptor mediante una línea de trazos, lo que se da a entender que el interruptor se cierra por causa de la bobina (Bustos X. & Oñáte H., 2020).

8.15.2 Válvulas Solenoides

Una válvula solenoide es un elemento que tiene la función de controlar el derrame de sustancias como líquidos o gases. Este tipo de válvulas se mueven por la acción de una bobina solenoide. Se encargan de accionar los retenedores y las plataformas lo que permite el paso de aire comprimido dependiendo del programa definido por el usuario, este instrumento opera por corriente en una posición completamente abierta o cerrada (Lascano, 2016).

El cierre se genera por medio de la gravedad, presión o al momento de crear una acción sobre un resorte, se abre por el desplazamiento de un émbolo, el cual opera mediante propiedades magnéticas de una bobina energizada. Se debe tener en cuenta que esta válvula no regula el flujo como tal, a pesar de que esté totalmente abierta o cerrada (Muñoz F. y Torres V., 2017).

Figura 9. Válvula solenoide



Fuente: Muñoz F. y Torres V. (2017).

8.16 Sensores

El término "sensor" se utiliza para designar dispositivos sensibles a alguna forma de energía, que puede sea luminosa, térmica o cinética. El objetivo es relacionar información sobre una cantidad

que necesita ser medida, tales como temperatura, presión, velocidad, corriente, aceleración, posición, entre otros. Un sensor no siempre tiene las características eléctricas necesarias para ser utilizado en un sistema de mando. Normalmente la señal de salida debe ser manipulada antes de su lectura en el sistema de control. Esto generalmente se logra con un circuito de interfaz para producir una señal que puede ser leído por el controlador (Thomazini, D., & de Albuquerque, P., 2020).

8.16.1 Sensores analógicos

Este tipo de sensor puede asumir cualquier valor en su señal de salida a lo largo del tiempo, siempre que está dentro de su rango de operación. Además, varias de las magnitudes físicas pueden asumir cualquier valor a lo largo del tiempo (presión, temperatura, velocidad, humedad, caudal, fuerza, ángulo, distancia, par, brillo). Estas variables son medidas por elementos sensibles asociados a circuitos electrónicos con salidas no digital (Thomazini D. y Urbano P., 2020).

8.16.2 Sensores digitales

Un sensor digital solo puede tomar dos valores en su señal de salida a lo largo del tiempo, lo cual puede interpretarse como cero o uno: apagado-OFF o encendido-ON. No existen naturalmente cantidades físicas que asumen estos valores, pero por lo tanto se muestran al sistema de control después de ser convertido por el circuito electrónico de sensores (interruptor de presión, termostato, interruptor de nivel) o transductores (codificadores para determinar la posición o la velocidad), en los que aparece la salida mediante pulsos (codificador incremental) o códigos binarios (BCD, Gray, etc.), en el caso de codificadores absolutos (Martinazzo, C. A., & Orlando, T., 2016).

8.16.3 Sensores por presión

Un sensor de presión se considera un transductor, generalmente de voltaje, entre la fuerza aplicada en un área específica y una señal eléctrica. Estos sensores responden a la presión de un vacío perfecto (sensores de presión absoluta), a la presión atmosférica (sensores de presión manométrica), o a la presión de un segundo sistema (sensores de presión diferencial), se busca medir la presión de un gas o líquido, esta puede ser generada por un ventilador, bomba o condensador, una caldera, entre otros. Estos sensores convierten los valores de presión en señales eléctricas (Bradán N. y Ochoa M., 2015).

Estos sensores se pueden dividir en dos grupos que son:

Sensores de presión absoluta: posee una cámara sellada, que contiene la presión referencial, generalmente se elige el vacío para representar la presión cero, con el objetivo de evitar compensaciones complejas por la variación de presión que puede existir en la cámara de referencia ocasionada por alteraciones de temperatura. Se considera como el único capaz de medir la presión atmosférica, por lo que puede ser utilizado para medir la presión barométrica (Camino, 2020).

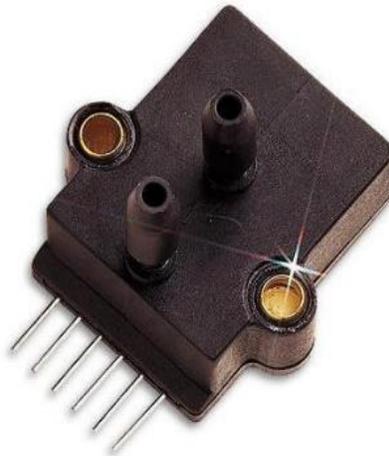
Figura 10. Ejemplo de sensor de presión absoluta



Fuente: Camino (2020)

Sensores de presión diferencial: Un sensor de presión diferencial posee dos entradas, uno a cada lado del diafragma. Su deformación es igual a la diferencia de presión entre las dos entradas (Camino, 2020).

Figura 11. Ejemplo de sensor



Fuente: Camino (2020)

8.17 Disyuntores

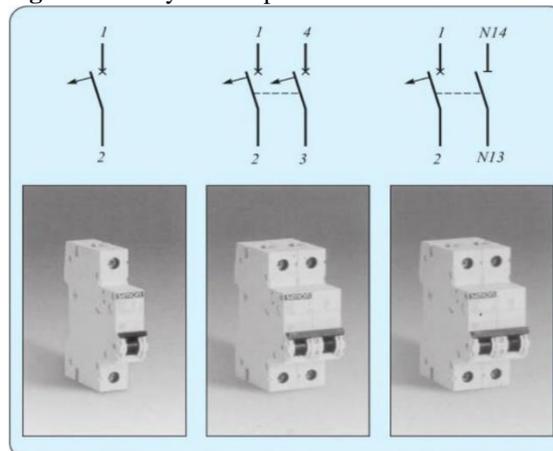
El disyuntor o interruptor automático es un dispositivo eléctrico basado en un dispositivo mecánico que se activa mediante un campo eléctrico y se utiliza para la conexión de redes y dispositivos receptores, simultáneamente soporta he interrumpe corrientes normales propias de su dimensionado, también soporta el amperaje anormal que puede resultar en un cortocircuito. Como tal se puede decir que es un dispositivo que hace las veces de interruptor y de protector contra sobre intensidades y cortocircuito (Universidad Nacional de Mar del Plata, 2021).

El principio de un disyuntor es muy simple, solo se encarga de medir la intensidad de corriente en la entrada y salida de un circuito. Si la medida es la misma, significa que no se está perdiendo intensidad y la configuración es correcta, si la medida es diferente, significa que la intensidad se pierde en alguna parte del circuito. En el caso de protección contra sobrecargas se lo realiza a través de un relé térmico, en cambio la protección contra cortocircuitos es de tipo magnética (Viloria, 2015).

8.17.1 Tipos de disyuntores

“Los disyuntores se pueden clasificar dependiendo el número de contactos estos pueden variar de 1 a 4. Unipolares para circuitos específicos que no son de distribución, bipolares para circuitos monofásicos y polares para circuitos trifásicos con o sin neutro” (Valentín, 2017).

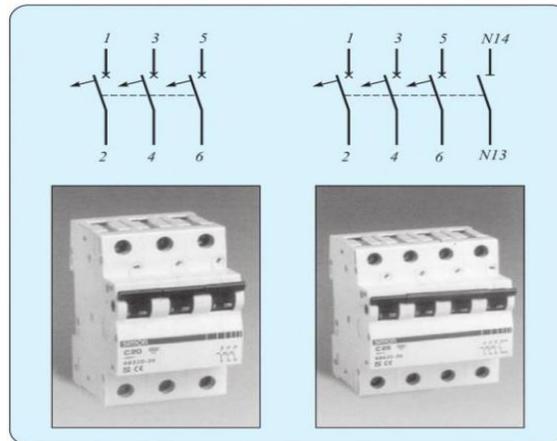
Figura 12. Disyuntores para circuitos monofásicos



Fuente: Valentín (2017).

En la figura 12 se puede observar los disyuntores monofásicos, estos pueden tener dos contactos detectores de sobre intensidad o únicamente uno, siendo este un simple contacto que se abre y cierra. Los disyuntores tripolares y tetra polares son aquellos que protegen a los circuitos trifásicos con o sin neutro, permitiendo que los equipos o sistemas no sufran ningún tipo de daño y se los puede observar en la figura 13 (Valentín, 2017).

Figura 13. Disyuntores para circuitos trifásicos



Fuente: Valentín (2017)

8.17.2 Botoneras

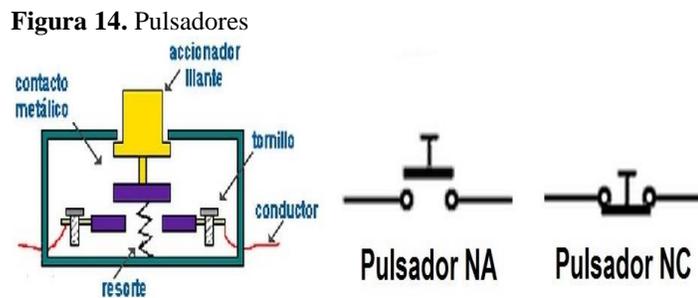
En el equipamiento electrónico de las máquinas, es necesario contar con elementos para poner en marcha el circuito, así como elementos que permitan detenerlo en determinados momentos. Un circuito debe poder detenerse en condiciones normales de funcionamiento al finalizar el trabajo o maniobra, así como en modos de operación anormales, cuando ocurre una situación peligrosa (emergencia) tanto para el operador como para la maquinaria (Granda, 2017).

8.17.3 Botón pulsador para paradas de emergencia

Es un dispositivo de seguridad generalmente este botón es de tono rojo con un punto circular en la superficie inferior. Cuando se toca este permanece presionado y solo se puede desanclar de forma manual, estos dispositivos se deben colocar en toda maquinaria en la que exista peligro de tipo mecánico durante las condiciones normales de trabajo. Su función principal es interrumpir la fuente de alimentación de energía a una máquina para pararla lo más rápido posible (Granda, 2017).

8.17.4 Pulsadores de encendido y apagado

Entre estos pulsadores están los normalmente abiertos (NA) mismos que en un estado de reposo el circuito se encuentra abierto, cuando se presiona el botón el circuito se cierra. También están los pulsadores normalmente cerrados (NC) en esta forma el circuito se encuentra cerrado y se abra al momento de presionar el botón (Blea, 2020).



Fuente: Loureiro M. (2017).

8.17.5 Indicadores luminosos

“También conocidos como pilotos luminosos son elementos eléctricos que dan una señal luminosa relativa al funcionamiento de un sistema, son de tipo eléctrico mismo que está montado con contactos normalmente abiertos/cerrados en un elemento amarillo de material sintético” (Granda, 2017).

9 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS

9.1 Materiales

Tabla 12: Listado de materiales para la implementación de equipo.

N°	DESCRIPCION	DETALLE	IMAGEN
ESTRUCTURA			
1	TUBO	CUADRADO GALVANIZADO DE 1" ½ X 2 MM	

2	TUBO	CUADRADO HIERRO NEGRO DE 25 MM X 2 MM	
3	TUBO	CUADRADO DE HIERRO NEGRO DE 2 X2 X 1,5 MM	
4	PLATINA	30 MM X 3 MM	
5	PLATINA	3" X 4 MM	
6	ALUCOBOND	PLATINO 200 MM X 800 MM X 3 MM	
7	RUEDAS	GARRUCHAS GIRATORIAS CON FRENO DE 3"	
8	REMACHES	3/16 CABEZA ANCHA	
9	SEGURO	CLIP SUJETA BUMPER	
10	AGARRADERA	CROMADA 6" X 6MM	
11	BISAGRAS	REDONDAS DE HEMBRA Y MACHO 5/16	
12	RESORTES	HELICOIDALES DE PRESIÓN	

13	PERNOS	ACERO NEGRO DE 1/4 X 2"	
14	RODELAS	5/16 X 2 MM	
COMPONETES DE IMPLEMENTACION			
1	COMPRESOR	MAVIJU 2 HP DE 110V A 60 HZ	
2	EXTINTOR	E =3MM ; D =13,3 CM : A=44,1 CM	
3	MANGUERA	ALTA PRESIÓN 1/4	
4	ACOPLES	RÁPIDOS PARA GAS	
5	ACOPLE	EN CRUZ 1/2	
6	ACOPLE	CODO 1/2	
7	ACOPLE	BUJES CON HILO FEMENINO	
8	ACOPLE	REDUCTOR DE 3/4 X 1 1/2	

9	ACOPLE	REDUCTOR ½ X ¾	
10	MANÓMETRO	GLICERINA	
11	VÁLVULA DE GAS	GLP	
12	BOQUILLA DE GAS	INDUSTRIAL	
13	LLAVE DE PASO	MEDIA VUELTA	
COMPONENTES DE AUTOMATIZACIÓN			
1	PLC	LOGO 8 12/24RC 12/24VDC 4DI/4DO(RELE)/4AI(0-10V)	
2	FUENTE DE PODER	REGULADA SALIDA 24VDC 2.5A	
3	BREAKER	RIEL 2P 2A 6KA	
4	SELECTOR	22MM 2POS MET 1NA	
5	LUZ	PILOTO 22MM LED ROJA 110 VAC/VDC	

6	LUZ	PILOTO 22MM LED VERDE 110 VAC/VDC	
7	LUZ	PILOTO 22MM LED AMARILLA 110 VAC/VDC	
8	CANALETA	RANURADA GRIS DXN10062 40X40MM	
9	RIEL	DIN 35MM 1METRO ACERO PERFORADO	
10	CABLE	FLEXIBLE TFF #18AWG	
11	CONTACTOR	MC-9B 2HP 9A 120VAC 1NA+1NC	
12	BORNERA	RIEL 6MM 24-8AWG 57A FAT	
13	RELE	UNIVERSAL CON BASE, 100 VAC, 5A	
14	PRENSA	ESTOPA PG11 NEGRA HUECO=18.6MM	
15	VALVULA	SOLENOIDE GAS, GLP, 1/4", A PRUEBA EXPLOSION	
16	SENSOR	PRESION HR800, 0-16 BAR, 0.5VDC	

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

9.2 Cálculo del recipiente (Cilindro)

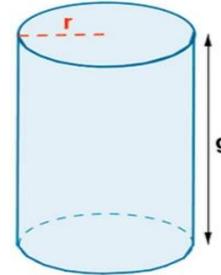
9.2.1 Volumen del cilindro

$$V = \pi \cdot h \cdot r^2$$

$$V = \pi \cdot (0,5 \text{ m}) (0,055 \text{ m})^2$$

$$V = (3,1416)(0,5 \text{ m}) (3,025 \times 10^{-3} \text{ m}^2)$$

$$V = 4,75 \text{ m}^3$$



9.2.2 Volumen de la cúpula de cilindro

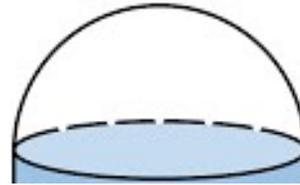
$$V_{esf} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

$$V_{esf} = \frac{4}{3} (3,1416) (0,055 \text{ m})^3$$

$$V_{esf} = \frac{4}{3} (3,1416) (1,66375 \times 10^{-4} \text{ m}^3)$$

$$V_{esf} = 4,19 (1,66375 \times 10^{-4} \text{ m})^3 h$$

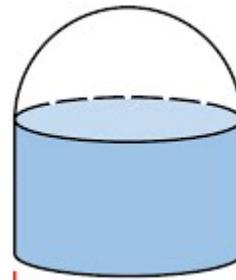
$$V_{esf} = 0,0003484558 \text{ m}^3$$



9.2.3 Volumen total del recipiente

$$V_T = (4,75 \text{ m}^3) + (0,0003484558 \text{ m}^3)$$

$$V_T = 4,7503 \text{ m}^3$$



9.2.4 Caudal de descarga

$$Q = \frac{V \cdot (P_{max} - P_{min})}{t \cdot (0,89)}$$

$$Q = \frac{(4,7503 \text{ m}^3) (160 - 120)}{(77,4 \text{ seg}) \cdot (0,89)}$$

$$Q = \frac{(4,7503 \text{ m}^3) (40)}{(68,53 \text{ seg})}$$

$$Q = \frac{(190,012 \text{ m}^3)}{(68,53 \text{ seg})}$$

$$Q = 2,772 \text{ m}^3/\text{seg}$$

9.3 Automatización

9.3.1 Diagramas de programación PLC Logo

Con este sistema se otorga valores a los componentes electrónicos que ejecutan la acción de apertura y cierre de las electroválvulas, en un clico determinado obedeciendo una consigna asignada, que puede ser fija o variable mediante una comparación analógica de un sensor de presión como se muestra en el anexo 4.

9.3.2 Parámetros de programación

Asignando valores predeterminados a una unidad de procesamiento, que otorga una comparación de la consigna de presión y la asignada, permitiendo de esta forma el encendido, vaciado, llenado y apagado del equipo de extracción de biogás, cumpliendo parámetros que permitan su buen funcionamiento, al igual que se ha dado valores en el logo utilizado mostrados en el anexo 12.

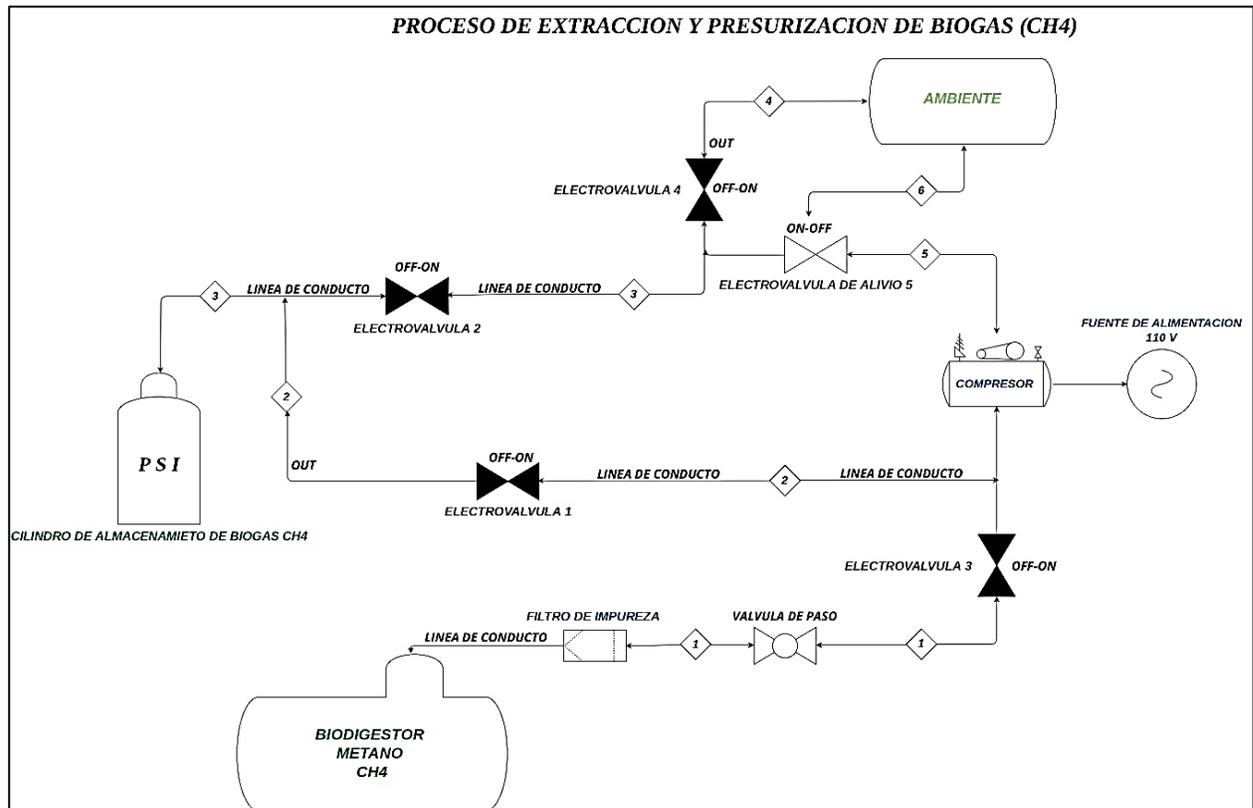
9.3.3 Diagrama eléctrico.

Al poseer un motor de 2 hp, se necesita un circuito de control eléctrico que permite el encendido y apagado del mismo, con una secuencia adecuada sin interrumpir o afectar el funcionamiento del equipo, logrando un mejor aprovechamiento de potencia y eficiencia energética, el circuito se muestra en el anexo 9.

9.3.4 Diagrama P&ID

Al implementar el diagrama de P&ID se visualiza de una forma gráfica el proceso de vaciado y llenada de biogás simulando de forma clara la secuencia de apertura de válvulas según el tiempo asignada. Al igual que se abre la posibilidad futura de implementar una matriz de causa y efecto incorporando los puntos de inicio y cierre de cada proceso.

Figura 15. Diagrama Procesos.



Fuente: España. J & Monar. L (2022)

En la figura 15 se describe el proceso del equipo permitiendo que el circuito energice a la electroválvula (E5) se cerrará simultáneamente la electroválvula (E1) y electroválvula (E4) se abre la electroválvula (E2) y electroválvula (E3), se cierra dando paso al proceso de vaciado de los residuos de gas que se encuentra en el cilindro. Cuando la electroválvula (E1) y electroválvula (E4) se cierra la electroválvula (E2) y electroválvula (E3) se abre y da paso al proceso de llenado de biogás. Cuando la electroválvula (E1) y electroválvula (E4) se abre se prende una luz piloto naranja y cuando la electroválvula (E2) y electroválvula (E3) se abre la luz piloto naranja se apaga

y se prende una luz piloto verde. Cuando el sensor de presión envía la señal de apagado cuando llega a los 200 PSI (libras por pulgada cuadrada) se apaga la luz piloto verde y se prende una luz piloto rojo desenergizando a la electroválvula (E5) dando apertura a un punto de alivio de presión.

9.3.5 Ficha técnica del manejo del biogás metano

La ficha técnica de seguridad para el manejo del biogás, va direccionada para el correcto manejo tanto de la maquina o equipo, como el biogás metano. Reduciendo la posibilidad de algún riesgo tanto químico, inflamable o toxico, preservando como primera instancia la seguridad de los operarios y del personal involucrado en el proceso de extracción y presurización de biogás. Esta ficha está regida por algunos parámetros tal como se muestra en el anexo 16.

9.3.6 Plan de mantenimiento

Se precautela el bienestar del equipo de extracción y presurización de biogás, por lo cual se plantea un plan de mantenimiento preventivo que garantice la operatividad del equipo, sin requerir una intervención por mantenimiento correctivo o paralizar el proceso que realiza el equipo de extracción y presurización de biogás metano, el manual se muestra en el anexo 3.

9.3.7 Despacho económico

Este parámetro coordinara la correcta funcionabilidad de la maquinaria, tomando en cuenta aspectos como el rendimiento, precio de producción y el poder calorífico producido por el equipo de extracción y presurización de biogás metano (CH₄), garantizando un funcionamiento sostenible del recurso utilizados.

Tabla 13: Despacho económico por el poder calorífico.

Combustible	Poder calorífico superior	Precio	Precio por BTU	Eficiencia
Gas metano	80310	0,3	1,3	80
GLP	11082	0,64	1,37	19
Diésel	10900	0,82	1,9	85
Hidrogeno	33916	8	5,9	75
Carbón	7000	0,29	1,04	80

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

10 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Marco metodológico

Mediante el uso de las metodologías de investigación científico e inductivo, permite obtener estudios y resultados evidentes mediante los datos recopilados para realizar un correcto proceso de extracción y presurización de biogás CH₄, logrando un aprovechamiento calórico del biogás obtenido, reduciendo perdidas del biogás metano presurizado en el recipiente utilizado.

De esta forma se consigue un correcto diseño del recipiente de contención del biogás presurizado y la implementación correcta de los parámetros que trabajara el equipo de extracción y presurización de biogás, reducción riesgos tanto humanos como de maquinaria que se encuentre involucrado en dicho proceso, asegurando un proceso continuo sin interrupción o complicación.

10.1.1 Método científico

La aplicación del método científico, sus técnicas e instrumentos de investigación permitirán obtener una visión más amplia, a través de la recopilación de información, mediante la comparación de tablas de datos y muestras de pruebas de campo realizadas, para constatar su funcionamiento. Posterior a la interpretación de los datos analizados para la extracción y presurización del biogás.

10.1.2 Método inductivo

Para realizar esta propuesta se utilizará el método inductivo, debido a que este método va desde lo particular a lo general, el mismo que permitirá el estudio sintetizado de sus sectores, mediante un proceso que establezca las causas específicas del problema a partir de determinadas observaciones, causas o experiencias, según los datos referentes que exista sobre investigaciones anteriores.

10.1.3 Diseño experimental

En el desarrollo de la presente investigación la experimentación es el método que más apporto, ya que el proceso para la extracción y presurización de biogás metano (CH₄), depende de la generación de biogás y condiciones adecuadas, tiempos precisos, además de la correcta recolección del

material orgánico a utilizarse, por lo cual fue necesario desarrollar pruebas y analizar resultados hasta llegar al deseado.

10.2 Métodos

- **Método inductivo - deductivo**

Se utilizó para la caracterización del biogás, el análisis de cada uno de sus procesos y su relación con la producción energías sustentables. Según Campos (2011) para la construcción del biodigestor se deben considerar los siguientes cálculos y métodos de dimensionamiento.

- **Método para el cálculo del volumen del biodigestor**

Considerando la cantidad de materia orgánica que se podría tener diariamente para la alimentación del biodigestor, el volumen del biodigestor (V_d) se calcula de la siguiente manera.

$$V_d = (kg_{materia\ orgánica} + kg_{agua}) T_r$$

(Ecuación 5)

Donde

T_r : Tiempo de retención (tiempo que requieren las bacterias para degradar la materia orgánica). El tiempo de retención puede variar entre 20 y 55 días, dependiendo de la materia orgánica utilizada.

- **Método para el cálculo de la producción de biogás**

Para el cálculo de la producción de biogás diario ($m^3/día$) se emplea la siguiente ecuación:

$$V_d = \frac{C_g}{n_d} e \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

C_g : necesidad de gas

n_d : eficiencia del biodigestor

Posteriormente se debe calcular la necesidad de gas en base a la dependencia de la cantidad de personas que lo utilizan, se debe utilizar la siguiente expresión:

$$Vd = 0.35 * \frac{C_g}{n_d} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

C_p : cantidad de personas

Se espera que el gas producido es utilizado al menos tres veces al día para la elaboración de alimentos y se sabe que una persona al realizar esta actividad consume al menos 0.35 m^3 de gas diario.

11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con base a las observaciones de las investigaciones revisadas de los autores expuestos en nuestra investigación, se define el diseño de nuestro equipo para la implementación del mismo y mediante las pruebas realizadas se consigue la extracción y presurización de biogás, obteniendo una potencia calorífica constante que carece de olor y color en el día, pero se obtiene un color azulado en la noche. Teniendo como resultado un aprovechamiento del 95% de gas metano CH_4 , que permite el punto de ebullición del agua en un lapso de tiempo de 1 minuto y 17 segundos, reduciendo la presencia de oxígeno en los conductos de consumo para conservar las propiedades del gas y evitar la disipación del mismo de esta forma se logra una llama constante y estable para lograr un potencial calorífico.

Siendo estos resultados se puede argumentar que a diferencia del gas licuado de petróleo que necesita mayor ingreso de oxígeno que gas para obtener una llama constante, el biogás CH_4 es inverso, es decir a menor presencia de oxígeno mayor cantidad de llama, esto evita que sea explosivo a ambiente al ser disipado de forma casi instantánea por la presencia del oxígeno.

Por consiguiente, se considera que las cocinas diseñadas para el uso de Gas Licuado de Petróleo no son aptas para el uso del Biogás por lo antes expuesto, debido a que su ingreso a las estufas debe ser modificada para restringir la presencia de oxígeno y permitir la condensación del gas en un punto definido.

El equipo diseñado para la extracción y presurización del biogás, es un prototipo evidenciando en las pruebas de campo su eficiencia y definiendo que está expuesto a varias modificaciones tanto en

la extracción, presurización y su sistema de control automático. Obteniendo un embazado a una presión de 160 PSI (Libras por Pulgada Cuadrada) de almacenamiento con un volumen total de $4,75 m^3$.

12 IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES)

12.1 Impacto social

El impacto social de este proyecto está ligado directamente con los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, al igual que al cuerpo docente de la carrera de ingeniería electromecánica, debido a que permitirá realizar nuevos estudios de aprovechamiento del potencial del biogás. Por tal razón los conocimientos adquiridos por los estudiantes ayudaran a su formación académica.

12.1.1 Impacto ambiental

Con respecto al medio ambiente, al utilizar el biogás se genera una contribución al cuidado del mismo, incentivando al aprovechamiento de energías renovables y generando menor contaminación que ayudan a reducir los impactos en el efecto invernadero y generación de CO₂, aprovechando los desechos orgánicos (excrementos de la especie vacuna) como materia prima para la generación de energías renovables.

13 PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

13.1 Valoración económica general

Tabla 14: Presupuesto para elaboración del proyecto.

VALORACION ECONOMICA DEL PROYECTO					
N°	Cant.	Descripción	Presentación	V. Unitario	V. Total
1	1	Tubo Cuadrado galvanizado de 1" ½ x 1.5 mm	Mts	\$ 25,00	\$ 25,00
2	1	Tubo Cuadrado hierro negro de 25 mm x 1.5 mm	Mts	\$ 20,00	\$ 20,00
3	3	Tubo Cuadrado de hierro negro de 2 x2 x 1,5 mm	Mts	\$ 5,00	\$ 15,00

4	25	Platina 30 mm x 3 mm	Cm	\$	5,00	\$	5,00
5	1	Platina 3" X 4 mm	Mts	\$	3,00	\$	3,00
6	1	Alucobond Platino 200 mm x 800 mm x 3 mm	Plancha	\$	35,00	\$	35,00
7	4	Ruedas Garruchas giratorias con freno de 3"	Unidad	\$	4,00	\$	16,00
8	50	Remaches 3/16 cabeza ancha	Unidad	\$	0,50	\$	5,00
9	1	Seguro clip sujeta bumper	Unidad	\$	3,00	\$	3,00
10	1	Agarradera Cromada 6" X 6mm	Unidad	\$	1,50	\$	1,50
11	2	Bisagras Redondas de hembra y macho 5/16	Unidad	\$	1,25	\$	2,50
12	1	Resortes Helicoidales de presión	Unidad	\$	4,50	\$	4,50
13	8	Pernos Acero negro con tuercas de 1/4 X 2"	Unidad	\$	0,40	\$	3,20
14	12	Rodelas 5/16 X 2 mm	Unidad	\$	0,10	\$	1,20
15	3	Teflón para tuberías	Unidad	\$	2,00	\$	2,00
16	1	Traba rosca (Loctite)	Unidad	\$	4,00	\$	4,00
17	1	Compresor Maviju 2 Hp de 110V a 60 Hz	Unidad	\$	165,00	\$	165,00
18	1	Extintor E =3mm; D =13,3 cm: A=44,1 cm	Unidad	\$	65,00	\$	65,00
19	2	Manguera para presión y temperatura	Mts	\$	8,00	\$	16,00
20	15	Abrazaderas de acero tipo P	Unidad	\$	1,00	\$	15,00
21	25	Abrazaderas	Unidad	\$	1,50	\$	37,50
22	2	Acople remachado	Unidad	\$	4,50	\$	9,00
23	4	Acople T de hierro	Unidad	\$	5,00	\$	20,00
24	1	Acoples Rápidos para gas	Unidad	\$	3,50	\$	3,50
25	10	Acople Macho de 1/2 pulg. Hembra G de 1/4 pulg.	Unidad	\$	3,50	\$	35,00
26	25	Acople macho hexagonal	Unidad	\$	2,00	\$	50,00
27	1	Acople En cruz 1/2	Unidad	\$	4,00	\$	4,00
28	1	Acople Codo 1/2	Unidad	\$	2,00	\$	2,00

29	1	Acople Bujes con hilo femenino	Unidad	\$	2,25	\$	2,25
30	1	Acople Reductor de ¾ x 1 ½	Unidad	\$	3,00	\$	3,00
31	1	Acople Reductor ½ X ¾	Unidad	\$	3,00	\$	3,00
32	1	Manómetro Glicerina	Unidad	\$	25,00	\$	25,00
33	1	Válvula de gas GLP	Unidad	\$	30,00	\$	30,00
34	1	Boquilla de gas Industrial	Unidad	\$	7,00	\$	7,00
35	1	Llave de paso Media vuelta	Unidad	\$	3,50	\$	3,50
36	2	Manguera para GLP	Mts	\$	1,00	\$	2,00
37	1	Logo 8 12/24rc 12/24vdc 4di/4do (Relé)/4ai(0-10v)	Unidad	\$	180,00	\$	180,00
38	1	Fuente de poder regulada salida 24vdc 2. 5a	Unidad	\$	34,00	\$	34,00
39	1	Tablero metálico H-B Gris 60x40x23	Unidad	\$	48,00	\$	48,00
40	1	Breaker riel 2p 2a 6ka	Unidad	\$	4,38	\$	4,38
41	1	Selector 22mm 2pos met 1na	Unidad	\$	1,84	\$	1,84
42	1	Luz Piloto 22mm led roja 110 vac/vdc	Unidad	\$	1,23	\$	1,23
43	1	Luz Piloto 22mm led verde 110 vac/vdc	Unidad	\$	1,36	\$	1,36
44	1	Luz Piloto 22mm led amarilla 110 vac/vdc	Unidad	\$	1,23	\$	1,23
45	1	Canaleta ranurada gris dxn10062 40x40mm	Unidad	\$	2,76	\$	2,76
46	1	Riel din 35mm acero perforado	Mts	\$	1,62	\$	1,62
47	20	Cable flexible tff #18awg	Mts	\$	0,15	\$	3,00
48	1	Contactador mc-9b 2hp 9a 120vac 1na+1nc	Unidad	\$	13,36	\$	13,36
49	6	Bornera riel 6mm 24-8awg 57a fat	Unidad	\$	0,30	\$	1,80
50	4	Relé universal con base, 100 vac, 5a	Unidad	\$	2,58	\$	10,32

51	3	Prensa Estopa pg11 negra hueco=18.6mm	Mts	\$	0,30	\$	0,90
52	1	Tomacorriente 110vac, 15a	Unidad	\$	1,75	\$	1,75
53	4	Válvula solenoide gas, Glp, 1/4", a prueba explosión	Unidad	\$	32,70	\$	130,80
54	1	Sensor presión retina 0-30 bar, 4 - 20 Ma	Unidad	\$	85,50	\$	85,50
TOTAL						\$	1165,25

Fuente: España. J & Monar. L (2022)

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

- En base a la revisión bibliográfica de sistemas de extracción y presurización de biogás metano, se plantea la implementación de un equipo que facilita la adquisición de parámetros de diseño de un sistema extractor de biogás metano.
- Se realizó el diseño de un equipo de extracción y presurización de biogás metano (CH₄), aplicando la norma API-650 apartado II sección IV.
- Se implementó un equipo de extracción y presurización de biogás, obteniendo un aprovechamiento del CH₄ en un recipiente de presión cuyos parámetros cumple con la normativa de almacenamiento de gas.
- Se concluye que la presión de succión es menor que la presión de descarga, obteniendo resultados favorables de una presión de 160 PSI, suficiente para el requerimiento de almacenamiento en un volumen total de 4,75 m³. que en estudios posteriores se analizará la posibilidad de comercializar.

14.2 Recomendación

- Se recomienda utilizar materiales resistentes que permitan alargar la vida útil de maquina extractora de biogás metano, además construir bajo la protección del sol y en una superficie sólida.

- Para la recreación de las maquinas extractoras de biogás se recomienda tomar en cuenta las normas de seguridad según el registro API-650 sección dos apartados cuatro, ya que en esta se detallan varias características, acorde a la necesidad del diseño.
- Se recomienda tomar en cuenta un plan de mantenimiento periódico que apoye al funcionamiento óptimo de los equipos.
- Cuando se realiza diseños de equipos, se debe mantener dentro de las NORMAS de seguridad tanto en la implementación como en el uso del mismos.

15 BIBLIOGRAFÍA

Acosta fonseca, s. (2018). Compresor de aire. Alajuela.

Aguilar, a. P. (2018). Reingeniería del llenado de gas licuado de petróleo en cilindros de 10 kg en la planta envasadora de inti gas - chorrillos. Callao: universidad nacional del callao.

Aguilera, e. A. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a. Farem-estelí, 74 -75.

Alcocer p., calero m. (2020). Automatización de los procesos industriales. Journal of business and entrepreneurial.

Angulo r. Y calvopiña n. (2019). Diseño de una planta de biogás como fuente de energía alternativa en la empresa aprodemag con el uso de suero lácteo.

Argüello g. & carchipulla c. (2015). Ingeniería de diseño para la utilización de los relés multifunción de la central mazar en las unidades de la central molino pertenecientes a celec ep. Hidropaute.

Baca, j. R. (2020). Análisis rápido de demanda de aire en sistemas de generación de aire comprimido con aplicativo móvil android. Arequipa: universidad nacional de san agustín de arequipa.

Banzi, m. S. (2022). Getting started with arduino.

Barba, a. (2020). Inspección del rodamiento de la primera etapa del compresor centrífugo del motor rolls royce dart 534-2 mediante el manual de overhaul - eom del motor, para la unidad de gestión de tecnologías espe.

Boix-aragonés o. (19 de mayo de 2021). Universitat politècnica de catalunya.

Bradán n. Y ochoa m. (2015). Sensores de presion.

- Bustos x. & oñáte h. (2020). Prueba de inyección de corriente secundaria a los relés de protecciones de los módulos de sistemas eléctricos de potencia utilizando la omicron cmc 356.
- Cajas f. Y torres c. (2018). Adquisición de señales acústicas y de vibración para el diagnóstico de fallos en un compresor recíprocante de doble etapa.
- Calomarde, a. (2019). Desarrollo de correlaciones para la caracterización de compresores de pistón dentro del campo de la refrigeración comercial.
- Camino, s. (2020). Selección de sensores de presión.
- Carballo, c. A. (2015). Mecánica de fluidos.
- Castro, s. (2020). Diseño de una planta de producción de biogás para gad de salcedo.
- Chaverra j, roldán f. . (2016). Automatización de la transferencia para un sistema de energía eléctrica acumulada.
- D.c. Acosta pintor, c. M. (2018). Diseño y construcción de un sistema de compresión de biogás. Tectzapic.
- Díaz, e. (2018). Utilizan un sensor de presión que genera una señal eléctrica basada en la presión. Utiliza una fina capa de polisilicio para maximizar la capacidad de medición y también para ser insensible a golpes y vibraciones.
- Domínguez, r. (2019). La presión y los manómetros.
- Dorta, d. G. (2018). Diseño y cálculo de un tanque de almacenamiento de un fluido de alta temperatura. Madrid: universidad politécnica de madrid.
- Fábregas villegas, j. (2021). Rediseño del sistema de lubricación.
- Granda, e. J. (2017). Dispositivos de paradas de emergencia. Cámara argentina de seguridad.
- Haro, m. (2020). Evaluación de circuito molienda clasificación de la planta concentradora toquepala.
- Hopp, v. (2022). Fundamentos de tecnología química. Barcelona: reverté.
- Janeth, t. S. (2019). Generación de energía eléctrica a través del biogás para la avícola de la universidad técnica de cotopaxi campus salache. Latacunga: universidad técnica de cotopaxi.
- Khdili, k. K. (2020). Estudio de las etapas de automatización de una aplicación industrial basada en la gestión y transporte de paquetes.

- Lascano, e. P. (2016). Estudio del golpe de ariete producido por la apertura y cierre de una válvula solenoide en tubería de policloruro de vinilo (pvc) para determinar la variación de presión en la tubería.
- Linares w., lópez f., y merino f. (2017). Fundamentos teóricos y propuesta de un proceso para la práctica del envasado de biogás libre de co2 y h2s en el salvador.
- Machado, j. (2017). Automatización de los procesos productivos en la planta ii división partes y piezas para la empresa indurama s.a.
- Mantilla, k. G. (2021). Biogás de residuos orgánicos como fuente de energía renovable. Quito: universidad andina simón bolívar.
- Marin, d. (2020). Diseño de secuencias de automatismo de los compresores decondensadores síncronos de las unidades 6, 7 y 8 de la central hidroeléctrica manuel moreno torres.
- Martí herrero, j. (2019). Biodigestores tubulares: guía de diseño y manual de instalación. Ecuador: redbiolac.
- Martinazzo, c. A., & orlando, t. (2016). Comparação entre três tipos de sensores de temperatura em associação com arduíno. Perspectiva, erechim. , 40(151).
- Martínez, i. (2017). Metodología numérica de diseño aerotermodinámico aplicada a la renovación de un impulso de compresor centrífugo multietapas.
- Mejía-neira a., . (2019). Influencia de la ingeniería de software en los procesos de automatización industrial.
- Millahual, c. P. (2020). Descubriendo arduino. Obtenido de <https://n9.cl/5cvfaq>
- Molina, f. (2021). Medidores de presión empleados en neumática.
- Moreno, m. T. (2017). Manual del biogas. Santiago de chile: d- fao.
- Moreno, w. (2022). La contaminación del medio ambiente constituye. Agister en administración ambiental;, 19.
- Moriana, m. M. (2018). Evaluación de riesgos de equipo de presión. España: universidad politecnica de madrid.
- Muñoz f. Y torres v. (2017). Diseño y construcción de inductores de baja potencia de fabricación nacional aplicada en válvulas solenoides.
- Muñoz, u. S. (2017). Diseño de un sistema de aire comprimido y extracción de gases para un nuevo taller de mantenimiento de camiones en el senati. Lima: uiversidad tecnologica del peru.

- Naciones unidas. (1998). Protocolo de kyoto de la convencion marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Fccc/informal, 25.
- Nayyar a. & puri v. (2016). A review of arduino board's, lilypad's & arduino shields. 3rd international conference on computing for sustainable global development (indiacom).
- Palacios, w. J. (2016). Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado.
- Pérez nepta, j. (2019). Curso de máquinas mecánicas. Bogotá.
- Pérez, n. (2020). Guía de aprovechamiento hidroeléctrico de la energía disipada en válvulas reguladoras de presión en la red de distribución de agua potable en montería, córdoba.
- Ramírez , l. (2020). Diseño conceptual y básico de una válvula bidireccional anti-retorno.
- Rivera, a., garcía del pino, g., & dias , l. (2018). Herramienta perfilada para la fabricación del rotor de un compresor de tornillo.
- Robalino, l. S. (2020). Evaluación de los sistemas de aire comprimido en el procesamiento industrial de cárnicos para mejorar el modelo de la eficiencia energética.
- Rodríguez, d. (2019). Biodigestores. Construirlos, 36.
- Rojas, r. C. (2019). “contaminación ambiental y sus efectos en la salud. Bachiller en ingeniería industrial, 19.
- Sarmiento , a., & ramirez, d. (2020). Implementación de un análisis de mantenimiento. Sarria, d. V. (2019). Análisis del almacenamiento en sistemas de gas licuado de petróleo: tanques estacionarios vs. Cilindros. Ingenius, 3.
- Schaeffer, j. S. (2015). Sistema de compresión de biogás y biometano. Scielo, 3.
- Schneider electric. (2019). Tecnologías de control industrial.
- Tafur, b. (2020). Mangueras y acoples. Obtenido de <https://n9.cl/fb68g>
- Taris, j. A. (2019). Estudio y diseño de una estación centralizada de gas licuado de petróleo “glp” para el laboratorio de fundición de la universidad polit cnica salesiana campus sur. Quito: universidad polit cnica salesiana sede quito.
- Tello, f. (2021). Estudio de la trayectoria tecnológica y científica de los compresores scroll para refrigeración y bombas de calor.
- Thomazini, d., & de albuquerque, p. (2020). Sensores industriais: fundamentos e aplica es.
- Universidad nacional de mar del plata. (2021). Riesgo eléctrico y seguridad.
- Valentín, j. (2017). Introducción a los circuitos eléctricos básicos.

- Vega, a. (2020). Analysis of two-phase flow models through pressure relief valves.
- Vera-romero, i., & jaramillo, e. (2017). Biogás como una fuente alternativa de energía primaria para el estado de jalisco, méxico. Redalyc.org, número 3, 2-6.
- Vicente, c. C. (2019). Comparación de la eficiencia de compresores convencionales y compresores accionados a velocidad variable. Cuenca: universidad politecnica saleciana sede cuenca.
- Villaroel, d. (2021). Estudio numerico de flujo cavitatorio en valvula tipo bola.
- Villarreal, c. R. (2017). Controladores lógicos programables.
- Viloria, j. R. (2015). Manual del electromecánico de mantenimiento.
- Wilmer ernesto linares rivera, f. G. (2017). Fundamentos teóricos y propuesta de un proceso para la práctica del envasado de biogás libre de co2 y h2s en el salvador. San salvador: universidad de el salvador.
- Zamudio g. Y gomez j. (2021). Implementación de un biodigestor para el aprovechamiento energético de residuos orgánicos de bufalos en el municipio de rionegro, santander.

16. ANEXOS

Anexos 1. Fotografías.

Fotografía 1. Revisión del biodigestor



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 2. Mantenimiento al biodigestor



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 3. Alimentación del biodigestor



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 4. Generamos metano (CH₄)



Fuente: (España J. & Monar L. 2022)

Fotografía 5. Pruebas en vaciado y llenado



Fuente: (España J. & Monar L. (2022))

Fotografía 7. Extracción de metano CH₄



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 6. Pruebas con el biodigestor



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 8. Cortes de materiales, soldadura



Fuente: (España J. & Monar L. (2022))

Fotografía 9. Adaptación de acoples al cilindro



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 11. Culminación estructura metálica



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 10. Toma de medidas base del cilindro



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 12. Aplicación de fondo



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 13. Atornillado de Alucobond



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 15. Instalación de componentes elect.



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 14. Montajes de las electroválvulas.



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Fotografía 16. Pruebas de campo



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Anexos 2. Manual de funcionamiento del equipo.

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

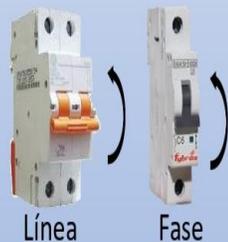
1 Alimentar la fuente con 110V



2 Conectar el cilindro de gas (160 PSI)



3 Activar breaker de línea C32 y fase C6



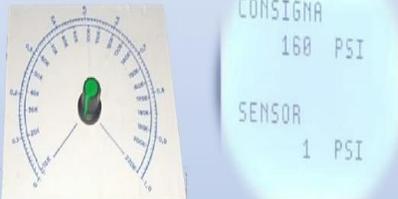
Línea Fase

4 Abertura de válvula de paso



Girar 90°

5 Regular consigna de presión máximo a 160 PSI



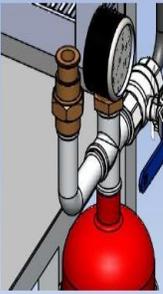
6 Iniciar extracción de Biogás pulsador



Apagado automático de (1 a 2 min)

EXTRACCIÓN DE TANQUE

1



Cerrar
Válvula

➔

2

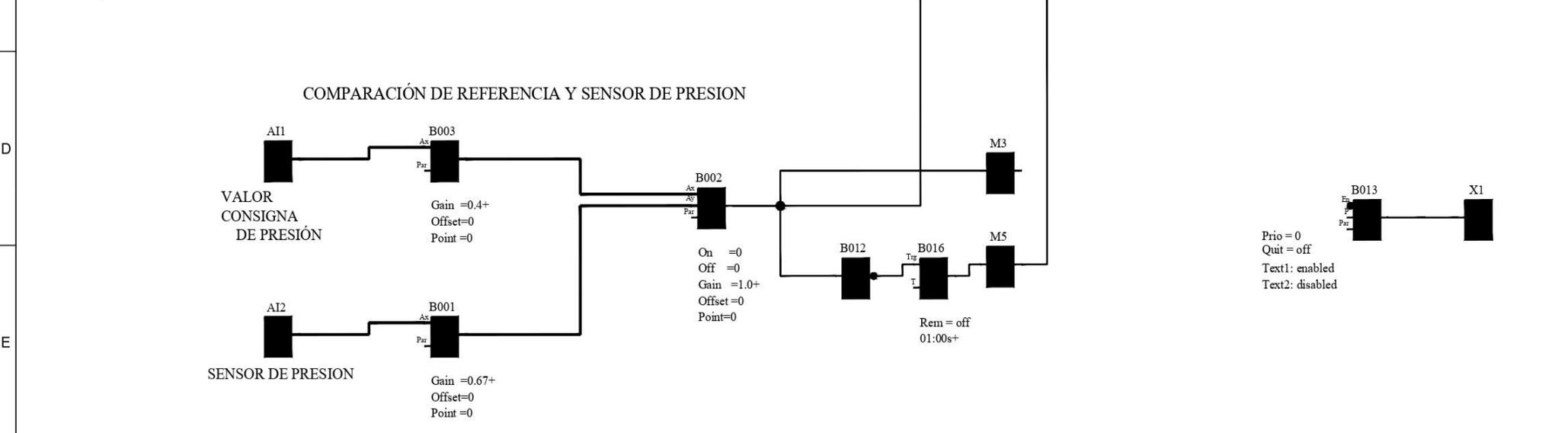
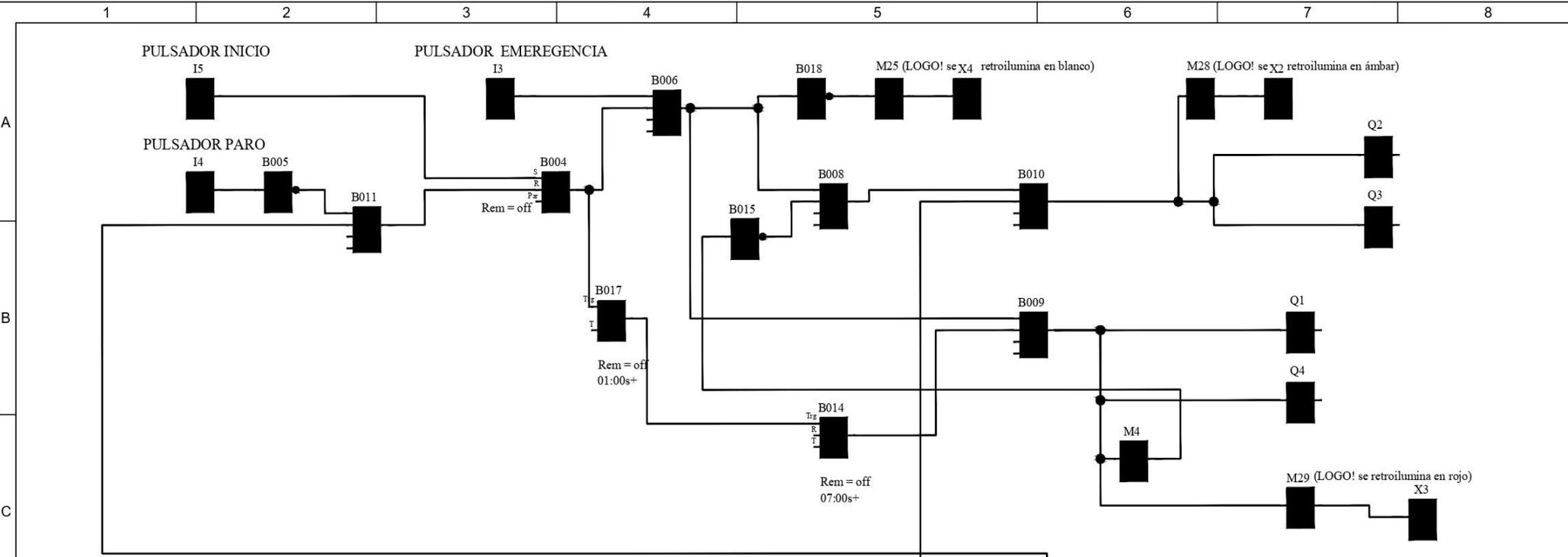


Extraer Tanque de
Biogás cargado

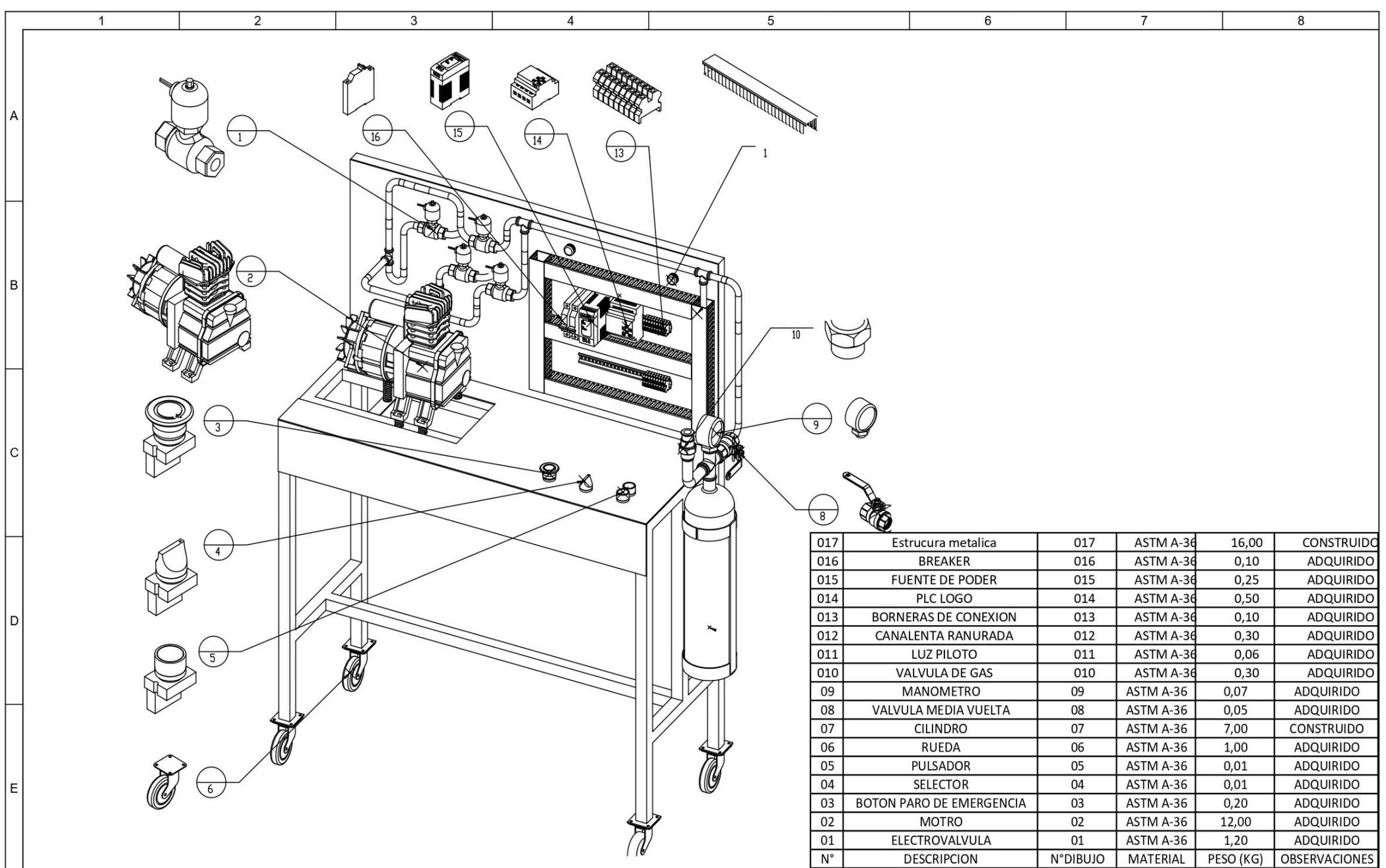
Anexos 3. Plan de mantenimiento.

PLAN DE MTTO DE PREVENCIÓN DE EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIÓGAS (CH₄)		
COMPONENTES	CAUSAS	MTTO PREVENTIVO
Compresor	Cambio de aceite	Se recomienda que el cambio de aceite al motor se lo realice cada 3 meses de uso constante.
	Cambio de filtro de aire	Se establece que sea realizado cada 3 meses de usos progresivo.
	Limpieza	Se recomienda que cada mes se realice de manera progresiva un reajuste de todo los pernos y una limpieza profunda.
Electroválvulas	Revisión de conexión	Se pide que cada 3 meses se revise la conexión del funcionamiento de las electroválvulas mediante un multímetro.
	Comprobar el Funcionamiento	Se establece que se inspeccione mediante un instrumento de medición Chauvin Arnoux en caso del mal funcionamiento de las electroválvulas.
Línea de conducto mangueras	Revisión de Fugas	Se recomienda que cada 3 meses se realice una inspección de las líneas de conducto de biogás como medida de prevención de riesgo.
Componentes electrónicos	Revisión del Sensor	Se establece que cada 3 meses se compruebe el funcionamiento correcto
	PLC Logo	Se recomienda visualizar que la consigna establecida funcione correctamente ante de realizar el proceso
	Revisión de cableado	Se establece que cada 3 meses se realice una verificación de todo el sistema de cableado para evitar quemar los componentes electrónicos

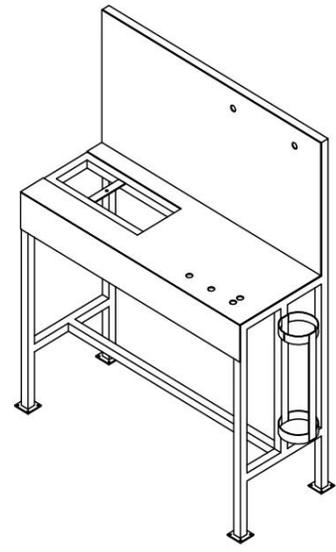
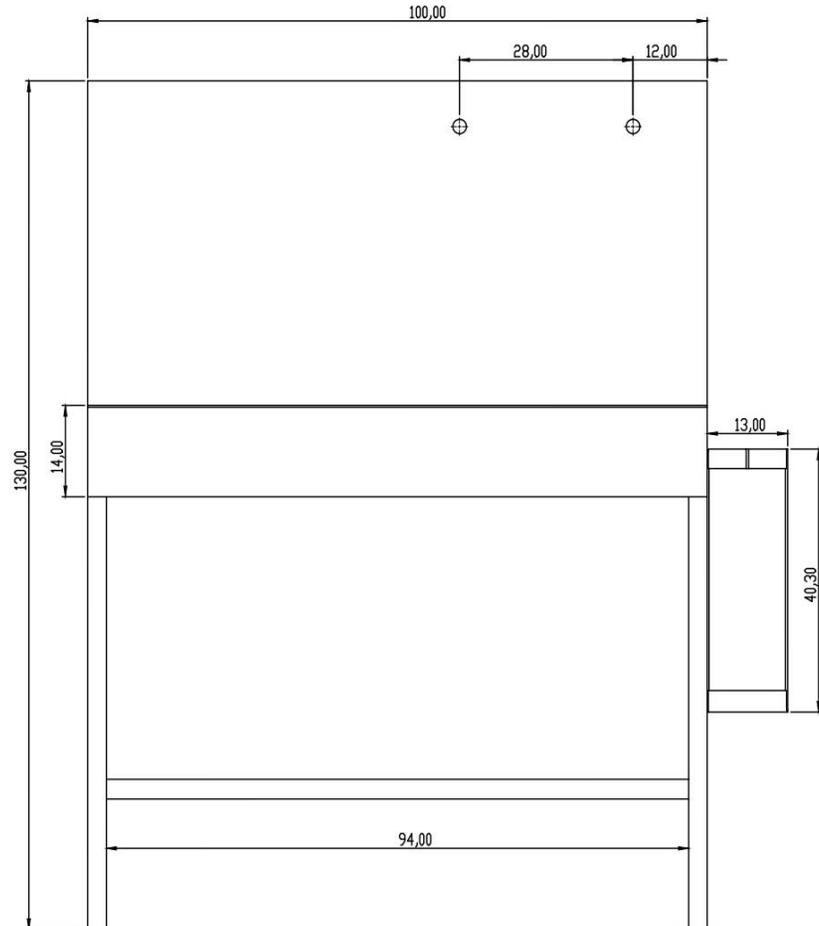
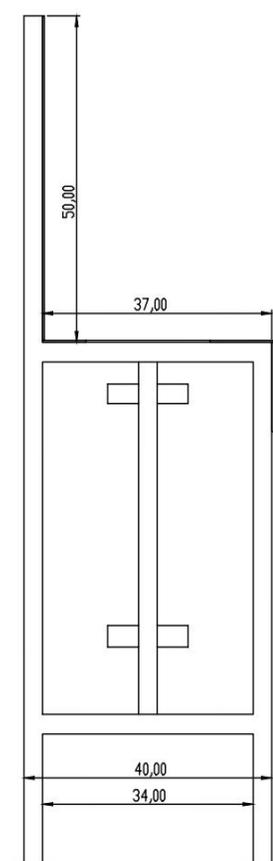
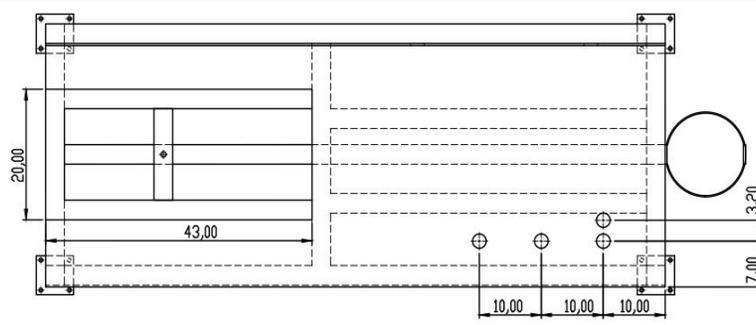
Fuente: España J. & Monar L. (2022)



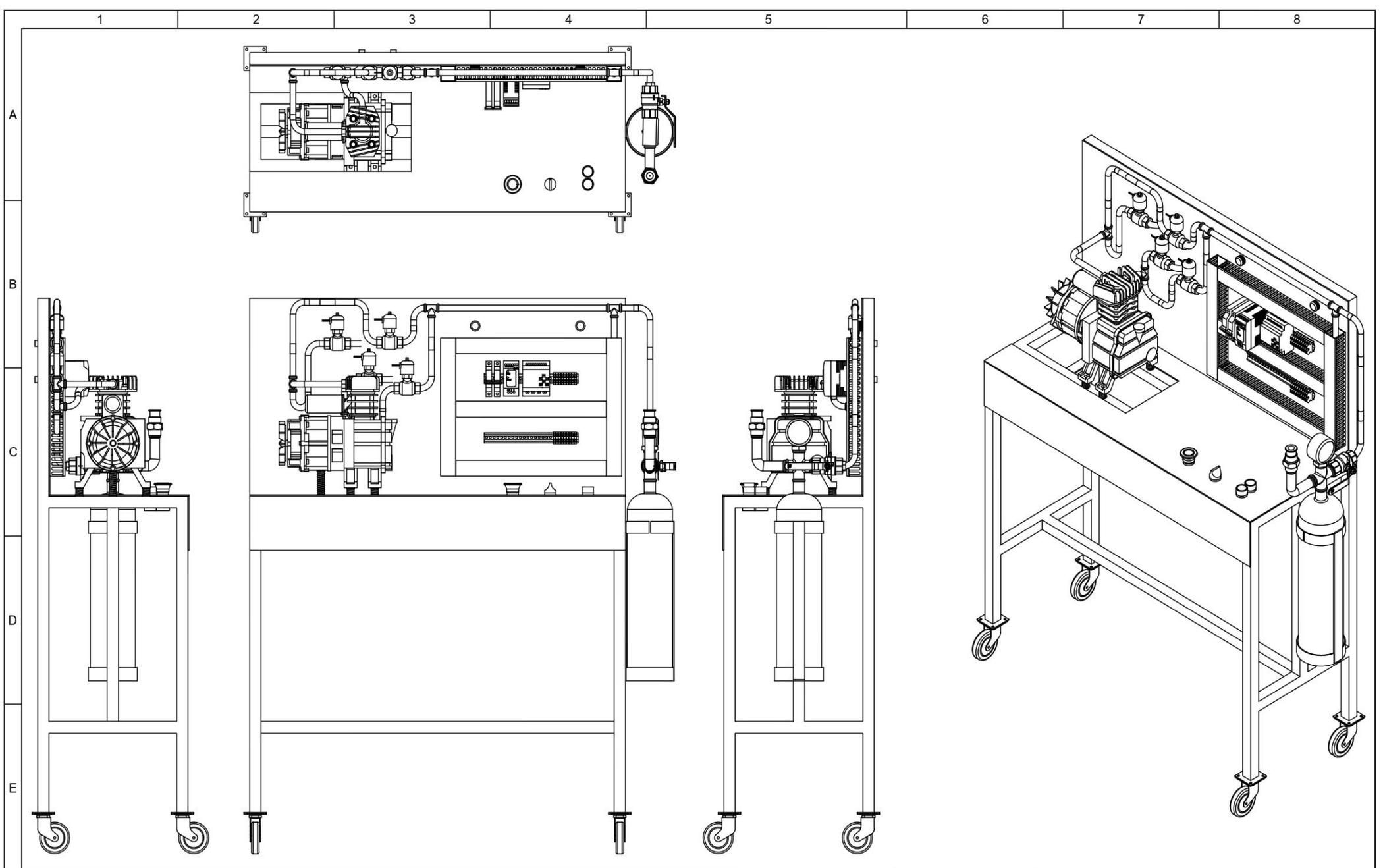
				Tolerancias:	Peso:	MATERIALES:	
				+0.05	8.32 gr	VARIOS	
				Fecha:	Nombre:	PLANO DE PROGRAMACIÓN	
				Dib. 29/08/2022	España J, Monar L		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer		
				Apró. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer	Número de dibujo:	
						1 de 7	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



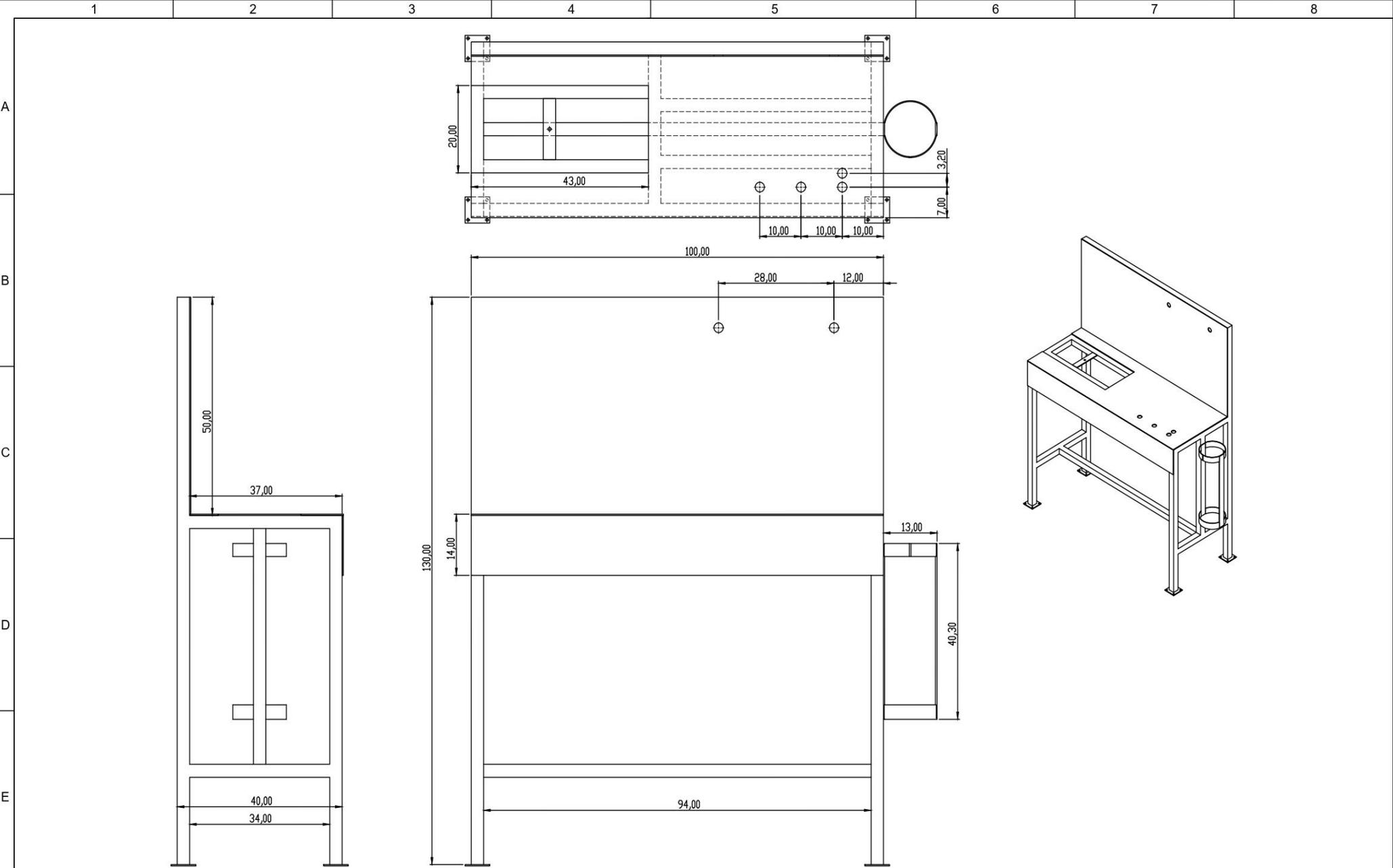
				Tolerancias:	Peso:	MATERIALES:	
				+ -0.05	8.32 gr	VARIOS	
				Fecha:	Nombre:		
				Dib. 29/08/2022	España J. Monar L		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcover		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcover		
						Número de dibujo: 2 de 7 (Sustitución)	
				Edición	Modificación	Fecha	Nombre



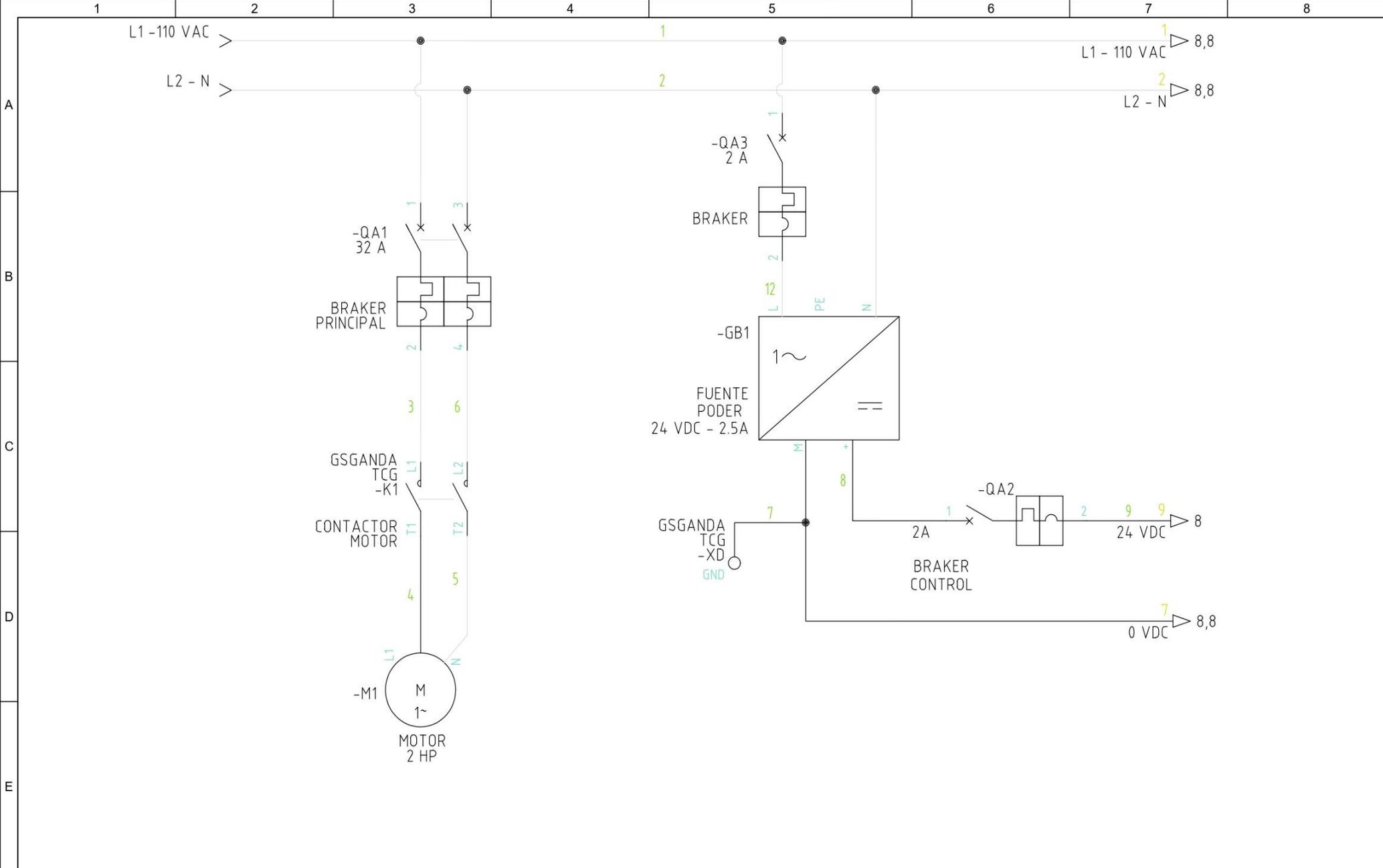
				Tolerancias:	Peso:	MATERIALES:	VARIOS
				+0.05	8.32 gr		
				Fecha:	Nombre:	MEDIDAS	Escala 1:1
				Dib. 29/08/2022	España J, Monar L.		
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcover		
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcover		
						Número de dibujo:	3 de 7 (Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias:	Peso:	MATERIALES:	VARIOS	
				+0.05	8.32 gr			
				Fecha:	Nombre:	ENSAMBLE DE MESA	Escala 1:1	
				Dib. 29/08/2022	España J. Monar L.			
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcoer			
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcoer	Número de dibujo:	4 de 7	
1	2	3	4	Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)

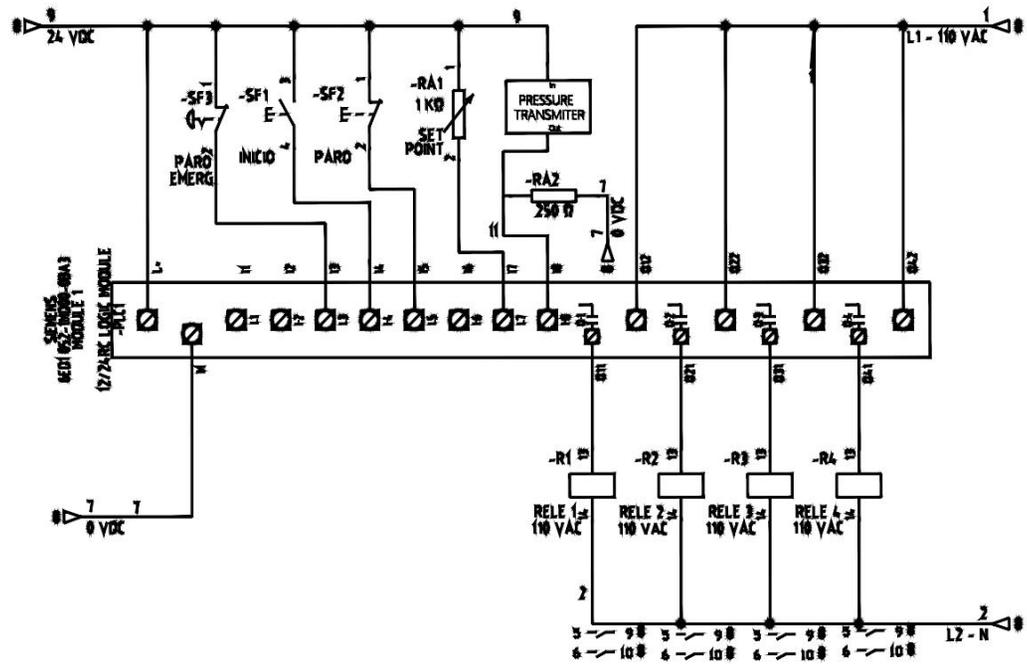


				Tolerancias:	Peso:	MATERIALES:	ESCALA		
				+0.05	8.32 gr			VARIOS	
				Fecha:	Nombre:	MEDIDAS DE MESA	Número de dibujo:		
				Dib. 29/08/2022	España J, Monar L			5 de 7	1:1
				Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer				
				Aprob. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer	(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

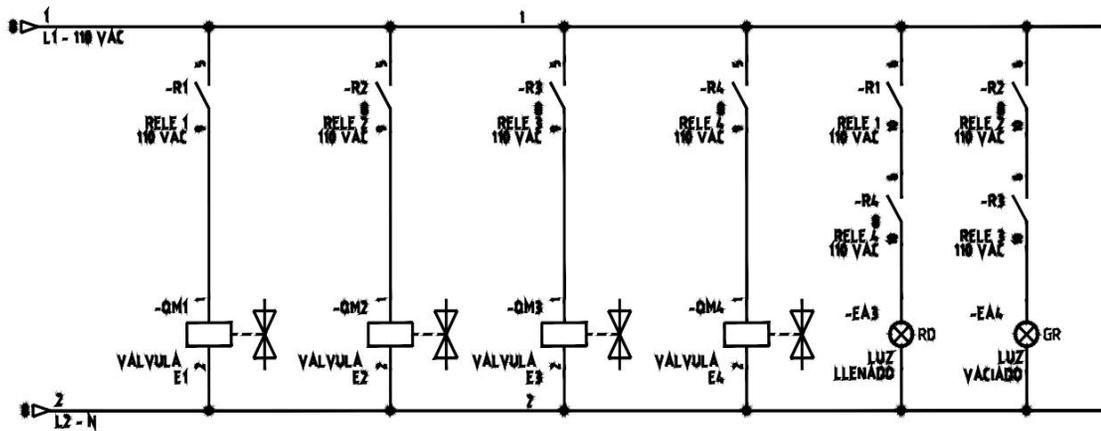


				Tolerancias: ±0.05	Peso: 8.32 gr	MATERIALES: VARIOS	
				Fecha: 29/08/2022	Nombre: España J. Monar L.	PLANOS ELECTRICOS	
				Rev.: 29/08/2022	Ing. Francisco Alcoer		
				Aprob.: 29/08/2022	Ing. Francisco Alcoer		
				Edición	Modificación	Fecha	Nombre
						Número de dibujo: 6 de 7 (Sustitución)	Escala 1:1

CIRCUITO DE CONTROL DE PLC LOGO 8



CIRCUITO DE CONTROL ELECTROVÁLVULAS



Tolerancias:	Peso:	MATERIALES:	DIAGRAMAS DE CONTROL PLC – ELECTROVÁLVULAS	Escala 1:1
+0.05	8.32 gr			
Fecha:	Nombre:	Número de dibujo: 7 de 7 <small>(Sustitución)</small>	Escala 1:1	
Dib. 29/08/2022	España J, Monar L			
Rev. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer			
Aprb. 29/08/2022	Ing. Francisco Alcocer			

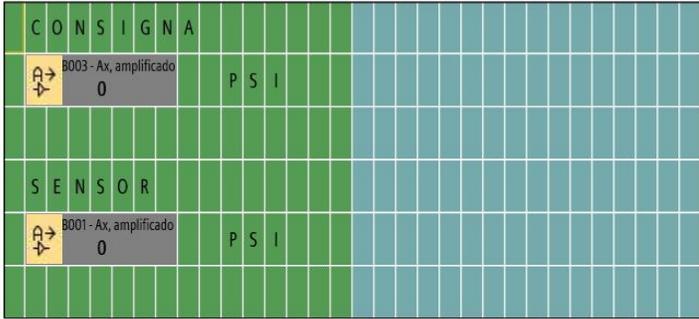


Anexos 4. Matriz de causa y efecto.

EQUIPO DE EXTRACCION Y PRESURIZACION DE BIOGAS							Departamento: Ingeniería															
Cause and Effect Matrix							Código No.: 0															
							Revisión: 0															
							Página No.: 2 de 2															
<p>C: Control I: Interlock P: Permissive N: Start F: Stop O: Open L: Close US: Unit Shutdown TS: Train Shutdown PS: Process Shutdown ES: Emergency Shutdown X: Information</p> <p>CAUSE AND EFFECT</p>							<p>EFFECTS</p>					PRIMARY INFORMATION										
												EV1	EV2	EV3	EV4	VAL1						
<p>CAUSE</p>							<p>PLC/RIO</p> <p>LOGO</p> <p>LOGO</p> <p>LOGO</p> <p>LOGO</p> <p>LOGO</p>					P&ID										
												DESCRIPTION										
<p>CAUSE</p>							<p>UNITS</p> <p>HH</p> <p>H</p> <p>L</p> <p>LL</p> <p>HH</p> <p>H</p> <p>L</p> <p>LL</p> <p>INTERLOCKS</p> <p>ALARMS</p> <p>INDICATOR</p> <p>CONTROLLER</p> <p>TRENDING</p> <p>LOGGER</p>					TAG										
												TAG										
AREA	ITEM	TAG	DESCRIPTION	PLC / RIO	P&ID	ADDRESS														NOTES		
BOOSTER PUMPS P-1503E	1	BTN-START	BOTÓN DE INICIO DE PROCESO	LOGO	NA	192,162,10,1																
	2	TIMER1	TIMER START LLENADO	LOGO			S	8	-	-	-	-										
	3	TP01	TRANSMISOR DE PRESIÓN	LOGO			Psi	200	170	-	-	-	X		X							
<p>NOTAS:</p> <p>1. El valor de presión es configurable, se sugiere tomar el valor de PV=170psg</p>																						

Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Anexos 5. Parámetros de Programación.

Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
B001(Amplificador analógico) :	Gain =0.67+ Offset=0 Point =0																		
B002(Comparador analógico) :	On =0 Off =0 Gain =1.0+ Offset =0 Point=0																		
B003(Amplificador analógico) :	Gain =0.4+ Offset=0 Point =0																		
B004(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
B013(Texto de aviso) :	Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Display de LOGO!																		
 <p>Line2.2 B003-Ax Line5.2 B001-Ax</p>																			
B014(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 07:00s+																		
B016(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 01:00s+																		
B017(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 01:00s+																		
I3(Entrada) : PULSADOR EMERGENCIA																			
I4(Entrada) : PULSADOR PARO																			
I5(Entrada) : PULSADOR INICIO																			
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>gabca</td> <td>Proyecto:</td> <td></td> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td></td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>27/07/22 22:42/18/07/22 9:07</td> <td>archivo:</td> <td>Control gas 2.lsc</td> <td>Página:</td> <td>2 / 3</td> </tr> </table>		Autor:	gabca	Proyecto:		Cliente:		Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:		Fecha de creación/modificación:	27/07/22 22:42/18/07/22 9:07	archivo:	Control gas 2.lsc	Página:	2 / 3
Autor:	gabca	Proyecto:		Cliente:															
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:															
Fecha de creación/modificación:	27/07/22 22:42/18/07/22 9:07	archivo:	Control gas 2.lsc	Página:	2 / 3														

Conector	Rotulación	
AI1		
AI2		
I3		
I4		
I5		
M3		
M4		
M5		
M25	LOGO! se retroilumina en blanco	
M28	LOGO! se retroilumina en ámbar	
M29	LOGO! se retroilumina en rojo	
Q1		
Q2		
Q3		
Q4		
X1		
X2		
X3		
X4		
Autor: gabca	Proyecto:	Cliente:
Comprobado:	Instalación:	Nº diagrama:
Fecha de creación/modificación: 2022-07-22 09:07	archivo: Control gas 2.lsc	Página: 3 / 3

Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Anexos 6. Hoja de vida del tutor.

CURRICULUM VITAE

APELLIDOS: Hidalgo Osorio
NOMBRES: William Armando
CEDULA DE IDENTIDAD: 050265788-5
FECHA DE NACIMIENTO: 07 de enero de 1986
ESTADO CIVIL: Casado
EDAD: 36 años
TIPO DE SANGRE: ORH+
DOMICILIO: Latacunga - Cotopaxi
TELEFONO: 032140793 –0980209857
EMAIL PERSONAL: abuewily@hotmail.com
EMAIL INSTITUCIONAL: william.hidalgo7885@utc.edu.ec
PROFESIÓN: Ingeniero Electromecánico
 Magister en Gestión de Energías



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel

- Escuela Experimental “Antonio a Jácome”- Pujilí Educación Primaria.

Segundo Nivel

- Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”- Latacunga Título: Bachiller Técnico Industrial Especialidad: Mecánica Automotriz

Tercer Nivel

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga Carrera: Ciencias Administrativas Humanísticas y del hombre Especialidad: inglés Certificado Suficiencia en inglés
- Universidad Técnica de Cotopaxi - Latacunga Carrera: Ciencias De la Ingeniería y Aplicadas Especialidad: Ingeniería Electromecánica Titulado

Cuarto Nivel

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga: Maestría en Gestión de Energías Titulado.

TITULOS

- Magister en Gestión de Energías
- Ingeniero Electromecánico
- Bachiller Técnico en Mecánica Automotriz

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Inglés (80%)

Anexos 7. Datos informativos de autores.

CURRICULUM VITAE

INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: José Rodolfo España Parrales

Cédula de Identidad: 080527253-1

Lugar y fecha de nacimiento: Quinindé, 12 de Octubre 1999

Estado Civil: Soltero

Tipo de Sangre: A+

Domicilio: Esmeraldas

Teléfonos: 099 986 2320

Correo electrónico: Austines1999@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta "Padre Modesto Pacheco"

Secundaria: Colegio Técnico "24 de Mayo"

Superior: Estudiante de la "Universidad Técnica de Cotopaxi"

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- I JORNADA CIENTÍFICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Mana 12, 13 y 14 de Julio del 2018

Tiempo: 40 horas

- CAPACITACION SOBRE RIESGO LABORALES

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná, 19, 20, 21 de Diciembre del 2018

Tiempo: 40 horas

CURRICULUM VITAE

INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: Libito Homero Monar Villegas
Cédula de Identidad: 220035474-0
Lugar y fecha de nacimiento: Orellana, 11 de Septiembre 1997
Estado Civil: Soltero
Tipo de Sangre: A+
Domicilio: La Maná - Cotopaxi
Teléfonos: 097 964 4980
Correo electrónico: Libito.monar4740@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta "Agoyan"
Secundaria: Colegio Técnico "19 de Mayo"
Superior: Estudiante de la "Universidad Técnica de Cotopaxi"

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- I JORNADA CIENTIFICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana 12, 13 y 14 de Julio del 2018
Tiempo: 40 horas
- CAPACITACION SOBRE RIESGO LABORALES
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná, 19, 20, 21 de Diciembre del 2018
Tiempo: 40 horas

Anexos 8. Aval de traducción.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PRESURIZACIÓN DE BIOGÁS GENERADO POR BIODIGESTORES PARA LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, presentado por: **España Parrales José Rodolfo y Monar Villegas Libito Homero** egresado de la Carrera de: **Ingeniería en Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5

FICHA TECNICA DE SEGURIDAD DEL GAS METANO

NOMBRE COMERCIAL Y SINONIMOS
Metano, Metil hidruro, Gas de Pantano

NOMENCLATURA QUIMICA FÓRMULA
Metano (CH₄) Familia: Hidrocarburo alifático

1.-CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE PONDERADA EN EL TIEMPO (CMP-CPT)

El metano está definido como un asfixiante simple. "F". El contenido mínimo de oxígeno debe ser del 18% molar, a presión atmosférica normal equivalente a una presión parcial de (pO₂> 135torr.)

2.-COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Metano	93.0- 99.995%	74-82-8	TLV : Asfixiante simple

3.-IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Resumen de emergencia	Efectos potenciales para la salud
Gas comprimido extremadamente inflamable, El metano no es tóxico, es incoloro, inoloro y es más ligero que el aire por lo que puede alcanzar fuentes de ignición lejanas.	Se manifiestan síntomas como pérdida del conocimiento y de la movilidad; a bajas concentraciones puede causar narcosis, vértigos, dolor de la cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.

4.-MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Suministrar atención médica de forma inmediata. Trasladar la víctima a un área no contaminada para que inhale aire fresco; mantenerla caliente y en reposo.

5.-MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Punto de inflamación	-187.8°C (-306°F)
Temperatura de autoignición	5370°C (9990° F)
Límites de Inflamabilidad	Inferior (LEL): 5% Superior (UEL): 15%
Riesgo general	Medios de extinción
Gas altamente inflamable que puede formar una gran variedad de mezclas explosivas fácilmente con el aire.	Rocio de agua, polvo químico seco y dióxido de carbono

6.-MEDIDAS CONTRA ESCAPE ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 800 metros (1/2 milla) a la redonda.

7.-MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo	Almacenamiento
Antes del uso: Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal.	Separar los cilindros vacíos de los llenos además deben de ser almacenado en áreas secas, frescas y bien ventilada no permitir que la temperatura en el área exceda los 54°C (130°F) ni tampoco que entre en contacto con sistemas energizados
Durante su uso: Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema.	

8.-CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Ventilación	Para la manipulación de este gas se debe proveer ventilación mecánica a prueba de explosión
Equipos de detección	Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las necesidades. Rango recomendado del instrumento 0 - 100% LEI Usar protección respiratoria como equipo de respiración autocontenido (SCBA) o máscaras con mangueras de aire o de presión directa

9.-PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

APARIENCIA	Gas incoloro
OLOR	Inoloro
ESTADO FISICO	Gas a temperatura y Presión normales
pH	No aplicable
PUNTO DE CONGELACIÓN A 1 ATM	(-296.5°F) (-182.5°C)
PUNTO DE EBULLICION A 1 ATM	(-258.7°F) (-161.5°C)
PUNTO DE INFLAMACIÓN (metodo de prueba)	(-306°F) (-187.8°C)
RANGO DE EVAPORIZACION (Acetato de Butilo = 1)	Alto
INFLAMABILIDAD	Inflamable
LIMITE DE INFLAMACION EN EL AIRE % por volumen	INFERIOR: 5.0% SUPERIOR: 15%
PRESIÓN DE VAPOR	a 68°F (20°C)
DENSIDAD DE VAPOR	a 60°F(15.6°C) 0,04235lb/ft (0,6784 kg/m3)
GRAVEDAD ESPECÍFICA	(H2O = 1) a 19.4°F (-7°C)
GRAVEDAD ESPECÍFICA (Aire= 1)	0.56
SOLUBILIDAD EN AGUA	% vol/vol a 100°F LEVE
TEMPERATURA DE AUTOIGNICION	1112°F (600°C)

POR CIENTO DE VOLÁTILES POR VOLUMEN	100
PESO MOLECULAR	16.042

10.-INFORMACION TOXICOLOGICA

El metano es un asfixiante simple. Los efectos en los humanos son los siguiente

CONCENTRACIÓN	SINTOMA DE EXPOSICIÓN
12 - 16% Oxigeno	Aumenta el ritmo de la respiración y el pulso. Disturbios leves en la coordinación muscular
10 - 14% Oxigeno	Trastorno emocional, fatiga, respiración interrumpida. Nausea y vómito, colapso y pérdida de la conciencia.
6 - 10% Oxigeno	
Por debajo del 6 %	

11.-INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

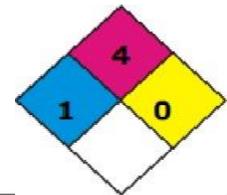
Transporte y manejo de este producto está sujeto a las disposiciones y requerimientos establecidos en el NTE INEN 2266 2,010 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

12.-INFORMACIÓN ADICIONAL

En las zonas de almacenamiento de cilindros se debe contar con Id siguiente información de riesgos.

Código NFPA

Salud	1 "Ligeramente riesgoso"
Inflamabilidad	4 "Extremadamente inflamable"
Reactividad	0 "Estable"
Tipo de conexión	CGA 350.



Fuente: España J. & Monar L. (2022)

Anexos 10. Certificación de antiplagio.



Document Information

Analyzed document	TESIS ESPAÑA -MONAR.docx FINAL2 (Reparado).pdf (D143269295)
Submitted	2022-08-26 01:32:00
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_086.pdf/40961956-9c57-4ef9-93a9-a3588fb7ebee?version=1.0&t=1528459974839 Fetched: 2021-11-03 19:21:12	1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Lozada_TITULACIÓN BORRADOR II.pdf Document Lozada_TITULACIÓN BORRADOR II.pdf (D132968980) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com	3