



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Proyecto N°: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.
Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martín

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Índice General

1. G-PFC-2012-A- CARATULA-RESUMEN EJECUTIVO- AGRADECIMIENTOS.

2. B-PFC-2012-A- INTRODUCCION Y SITUACION PROBLEMÁTICA.

3. C-PFC-2012-A- OBJETIVOS ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO.

4. D-PFC-2012-A- INGENIERIA BASICA.

5. E-PFC-2012-A- INGENIERIA DE DETALLE.

6. A-PFC-2012-A- MEMORIA DE CÁLCULO.

7. F-PFC-2012-A- ANEXOS COMPLEMETARIOS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Resumen Ejecutivo y Agradecimientos

Proyecto Nº: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.

Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martín

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Ing. Pereira 676 –C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina

Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

Índice

Resumen	3
Abstract	4
Agradecimientos	5

Resumen

La producción porcina intensiva y tecnificada, en Argentina, aún se encuentra transitando un proceso de transformación que abarca varios aspectos relacionados con la incorporación de tecnología y con el consecuente aumento de la productividad.

Los animales de este rubro, es decir cerdos, generan un gran volumen diario de efluentes, también llamado purín, el cual si no es tratado adecuadamente puede ocasionar efectos negativos tales como contaminación ambiental tanto en suelo, agua y aire.

Este aspecto ha sido relevante para incrementar los niveles de eficiencia en los criaderos, planteando distintos tipos de aprovechamiento del purín.

Para esto se realizaron relevamientos de las distintas técnicas y tecnologías disponibles para este fin, centrándose en el uso de biodigestor generador de biogás el cual se quemará en un motor a combustión acoplado a un generador eléctrico a fin de abastecer a la granja de energía eléctrica.

Finalmente cabe destacar que se proyecta con criterios técnicos y económicos, a fin de determinar la factibilidad y rentabilidad del equipo, teniendo en cuenta la legislación actual, procurando lograr un menor mantenimiento, mayor vida útil y sencilla operatividad.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 3 de 5
---	-----------------------------	---------	---------------

Abstract

Intensive and technified pig production in Argentina is still undergoing a transformation process that encompasses various aspects related to the incorporation of technology and the consequent increase in productivity.

The animals in this category (that is, pigs) generate a large daily volume of effluents (also called slurry), which if not treated properly can cause negative effects such as environmental pollution in soil, water and air.

This aspect has been relevant to increase efficiency levels in hatcheries, proposing different types of slurry use.

For this, surveys of the different techniques and technologies available for this purpose were carried out, focusing on the use of a biogas generator biodigester which will burn in a combustion engine coupled to an electric generator in order to supply the farm with electricity.

Finally, it should be noted that it is projected with technical and economic criteria, in order to determine the feasibility and profitability of the equipment, taking into account current legislation, trying to achieve less maintenance, longer useful life and simple operation.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 4 de 5
---	-----------------------------	---------	---------------

Agradecimientos

- A nuestras familias, los tutores en nuestra formación a lo largo de nuestra vida, como así también nuestras compañeras de viaje, siempre firmes apoyándonos en toda situación.
- A la facultad, con cada una de las personas que trabajan a diario en ella, docentes, y no docentes, que nos han guiado en este tan ansiado camino.
- La persona que nos acompañó en este último trayecto, nuestro tutor Matías Martin.
- A la cátedra de Proyecto Final.
- A Virginia Rosso por toda la ayuda brindada.
- Les agradecemos también a los docentes que se interesaron y por su predisposición a participar en este proyecto, Alex L., Eduardo P.
- Y a todas las personas con las que hemos compartido y transitado en estos años, compañeros, amigos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA **(P F C)**

Estudio Técnico Económico de utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Introducción y Situación problemática.

Proyecto N°: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.
Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martín

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Índice

Introducción	3
Ubicación Geográfica.	3
Situación problemática	5
Propuesta.	5

Introducción

Una de las grandes preocupaciones mundiales es el agotamiento de los hidrocarburos como fuente de energía de ahí la necesidad de explorar opciones alternas, una de ella son los biocombustibles.

Este proyecto está orientado al diseño de un proceso capaz de contribuir eficientemente al proceso de crianza de cerdos; en particular la transformación del efluente, purín, en biogás el cual se quemará en un motor de combustión obteniéndose así energía eléctrica, con el fin de convertir un “desecho” en un producto rentable.

Ubicación Geográfica.

El acceso a la planta que se tomara como base del cálculo se realiza a través de la ruta provincial N°39, al llegar a la localidad de Herrera, en el extremo Oeste de la misma se dobla hacia el Sur unos 1500 metros y luego hacia la izquierda otros 1500 metros hasta el acceso a la granja. Se dispone de un acceso de ripio con buenas condiciones de transitabilidad durante todo el año, comunicado directamente con la Ruta.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/01/21	Aprobó:	Página 3 de 5
---	-----------------------------	---------	---------------



Fig-042-02: Ubicación país

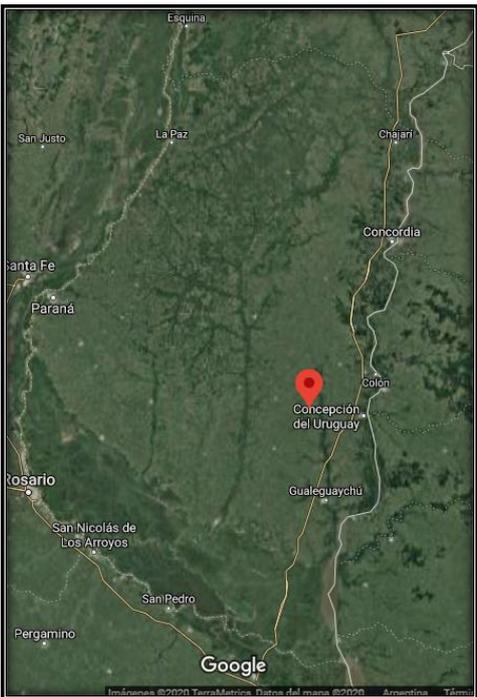


Fig-043-02: Ubicación Provincia.



Fig-044-02: Ubicación localidad.



Fig-042-02: Ubicación Granja.

Situación problemática

La granja sujeta a análisis, es representativa de las situaciones que viven actualmente muchos productores de las zona; la misma tiene capacidad para 20.000 lechones al año, los cuales se engordan desde 30 a 110Kg generando aproximadamente un volumen de 7 litros/animal por día (orina + excretas sólidas).

Los residuos generados comprenden: las corrientes provenientes de los sanitarios y vestuarios del personal y las corrientes provenientes de los galpones de crianza y engorde. Estos efluentes pueden valorarse en 300 litros/día. La carga orgánica puede considerarse equivalente a un cloacal, unos 250 mg/lt de DBO.

Estos residuos pasan por dos etapas, la primera en una laguna anaeróbica donde reside entre 45-50 días, y luego pasa a la segunda etapa Facultativa con un tiempo de residencia de 45 días mínimo para lograr una destrucción total de bacterias patógenas y parásitos.

La tendencia actual es reutilizar los desechos orgánicos, fomentando el uso de energías renovables, entre ellos el biogás, teniendo como objetivo la reducción de cargas contaminantes a fin de reducir el calentamiento global y la sustitución de abonos químicos mediante el uso de los efluentes tratados y de buena calidad fertilizante.

Propuesta.

Se presentara un sistema semiautomático de conversión de biogás en energía eléctrica, capaz de procesar y utilizar el biogás.

Consta de tapar la laguna anaeróbica de la primera etapa anteriormente nombrada, para obtener biogás y a partir de él, generar energía eléctrica mediante un proceso de cogeneración.

Este sistema trabajará de manera continua y estará conectado en paralelo con el sistema de red eléctrica de la granja, en caso de generar más de lo requerido, este exceso se venderá a la red eléctrica.

Con el objetivo de tener un sistema de fácil manejo operativo y en conformidad con las normas de seguridad vigentes.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/01/21	Aprobó:	Página 5 de 5
---	-----------------------------	---------	---------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Objetivos, Alcances y Plan de Trabajo

Proyecto N°: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.

Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martin

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

Índice

Objetivos, Alcances y Plan de trabajo	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Alcances.....	3
Limitaciones:	4
Plan de trabajo:	4

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/01/21

Aprobó:

Página 2 de 5

Objetivos, Alcances y Plan de trabajo.

Objetivo general

Estudio de factibilidad técnica a medida de un sistema generador de energía eléctrica destinado a una granja de cerdos para abastecer las necesidades energéticas de dicha granja. Utilizando los efluentes de cerdos, como fuente energética.

Objetivos específicos

Realizar una breve reseña del purín como combustible.

Establecer los requerimientos del sistema generador del biogás.

Diseño de los subsistemas, selección de equipos intervinientes.

Caracterizar, de manera básica, el biodigestor y sus componentes.

Dibujar los planos de piezas y conjunto del sistema que así lo requieran.

Factibilidad económica del sistema

Alcances

Planos de detalle, lista de elementos y materiales para cotizar.

Ingeniería de detalle de la conversión del biogás en energía eléctrica

Obtener agua caliente, a través del sistema de generación de energía eléctrica.

Acople a la red eléctrica de la granja, con el fin de abastecer la misma por medio del sistema propuesto y la red eléctrica.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/01/21	Aprobó:	Página 3 de 5
---	-----------------------------	---------	---------------

Estudio de factibilidad económica. Realizando análisis de costo de equipos, materiales y costos de mano de obra para la solución propuesta.

Ingeniería básica de la conversión del purín en biogás.

Limitaciones:

No se incluye diseño y cálculo de la obra civil del biodigestor.

Ingeniería de detalle de la conversión del purín en biogás.

Plan de trabajo:

- Estudio del purín.
- Antecedentes de biodigestores para efluente porcino.
- Diseño del sistema.
- Selección de equipos.
- Sugerir las posibles ubicaciones de los equipos seleccionados
- Diseño de los subsistemas
- Anexos

Plan de entregas parciales	Plan de entregas parciales			
	Rev. 01	Rev.02	Rev. 03	Aprobado
Anexo II. PFC: 2012 (Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos. Campodónico – Rodas)	02/10/20	12/11/20		16/12/20
G – PFC:2012 – Caratula – Resumen Ejecutivo – Agradecimientos	15/01/21			29/03/21
B – PFC:2012 – Introducción y Situación Problemática	15/01/21			29/03/21
C – PFC:2012 – Objetivos – Alcances – Plan de trabajo	15/01/21			29/03/21
D – PFC:2012 – Ingeniería Básica	10/02/21	15/03/21		29/03/21
F – PFC:2012 – Ingeniería de Detalle	24/02/21	29/03/21		29/03/21
A – PFC:2012 – Memoria de Cálculo	15/01/21	10/02/21	15/03/21	15/03/21

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/01/21	Aprobó:	Página 4 de 5
---	-----------------------------	---------	---------------

H – PFC:2012 – Anexos Complementarios	10/02/21			15/03/21
I – PFC:2012 – Presentación para la defensa	29/03/21			29/03/21



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.
Ingeniería Básica.

Proyecto Nº: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.

Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martin

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Ing. Pereira 676 –C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina

Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

Índice

Proceso.....	4
Descripción.....	4
Diagramas de proceso	5
LayOut y codificación de equipos por sectores	6
Sistema Completo	6
Bloque Biodigestor (BIO)	7
Bloque de extracción, acondicionamiento y bombeo de biogás (EAB).	8
Bloque Generación y acople de energía eléctrica (GAE).	9
Bloque utilización de efluentes liquido del digestor para riego (UDR).	10
Ingeniería Mecánica.....	12
Membrana de recubrimiento (Me-01-BIO-SM)	12
Válvula de seguridad (Vs-01-EAB SB)	12
Motor-Generador (MG-01-GAE-SM)	12
Ingeniería de Biogás.....	14
Deshumidificador (F-01-EAB-SF).....	14
Desulfurador (F-02-EAB-SF).....	14
Caudalímetro de biogás (Q-01-EAB-SF).....	14
Antorcha (An-01-EAB-SF)	14
Soplador (S-01-EAB-SF).....	15
Arrestallama (Ar-01-EAB-SB).....	15
Ingeniería Hidráulica	16
Bomba de recirculado de efluente (P-01-BIO-SF)	16
Bomba de riego (P-03-UDR-SF9)	16
Intercambiador de calor (Ic-01-BIO-SF)	16

Bomba de recirculado de agua de recalentamiento (P-02-BIO-SF)	16
Ingeniería Eléctrica	18
Ingeniería Civil	19
Laguna anaeróbica (Lan-01-BIO-SF)	19
Laguna aeróbica para riego (Lae-01-UDR-SF)	19

Proceso

Descripción

Los efluentes porcinos se transportan por gravedad desde la granja hacia una laguna la cual se cubrirá formando el biodigestor donde se obtendrá el biogás.

Al biogás se le filtrará el azufre y la humedad para luego quemarse en un generador de energía eléctrica, que alimentará la granja.

El agua de refrigeración del motor generador, se recircula por medio de un intercambiador de calor, dentro del biodigestor, manteniendo la temperatura del mismo para la descomposición de los efluentes.

Los efluentes resultantes del biodigestor se envían a una laguna aeróbica donde luego se utilizan para riego agrícola, donde extraen parte de la alimentación de los cerdos, ya que las propiedades que estos poseen son muy similares a la de los fertilizantes.

De esta forma la granja aprovechara el efluente líquido no solo como fertilizante sino también para abastecerse de energía eléctrica.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 4 de 19
---	-----------------------------	---------	----------------

Diagramas de proceso

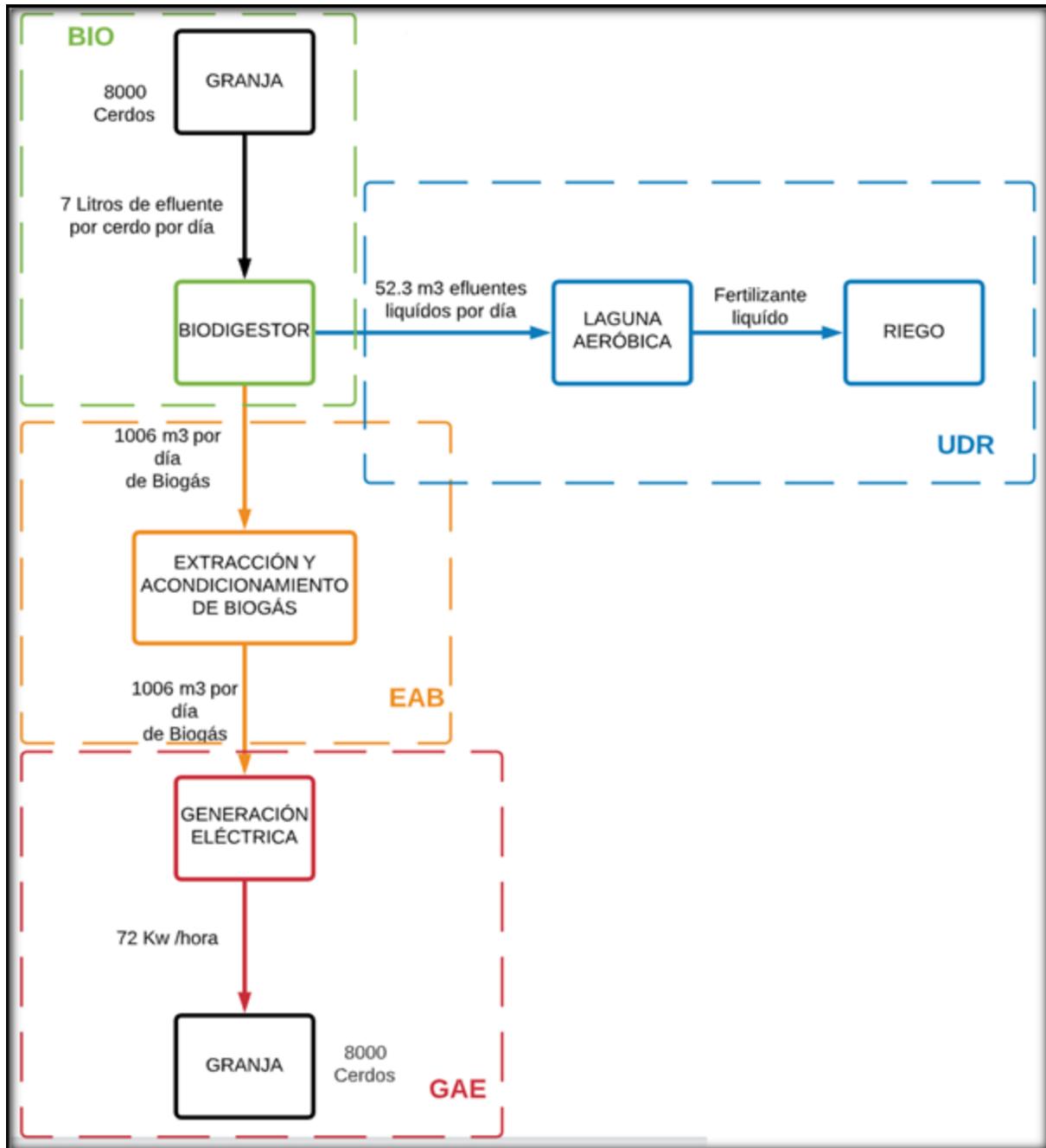


Fig-039-04: Diagrama de proceso

<p>Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.</p>	<p>Revisó: G.P. 15/03/21</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 5 de 19</p>
--	--------------------------------------	----------------	-----------------------

LayOut y codificación de equipos por sectores

Sistema Completo

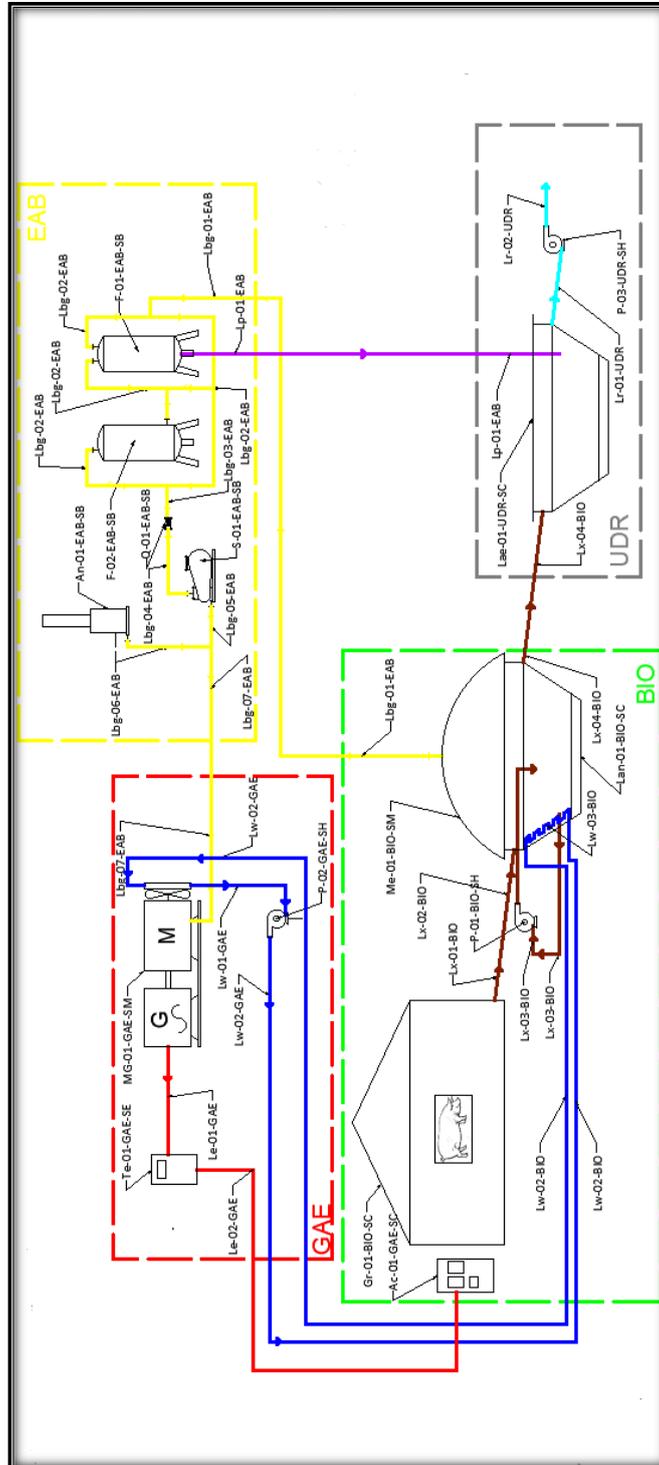


Fig-035-04: Sistema completo

<p>Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.</p>	<p>Revisó: G.P. 15/03/21</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 6 de 19</p>
--	--------------------------------------	----------------	-----------------------

Tab-006-04: Bloques

Bloques	Código
Biodigestor	BIO
Extracción y acondicionamiento del biogás	EAB
Generación y acople de energía eléctrica	GAE
Utilización de efluentes líquidos para riego	UDR

Bloque Biodigestor (BIO)

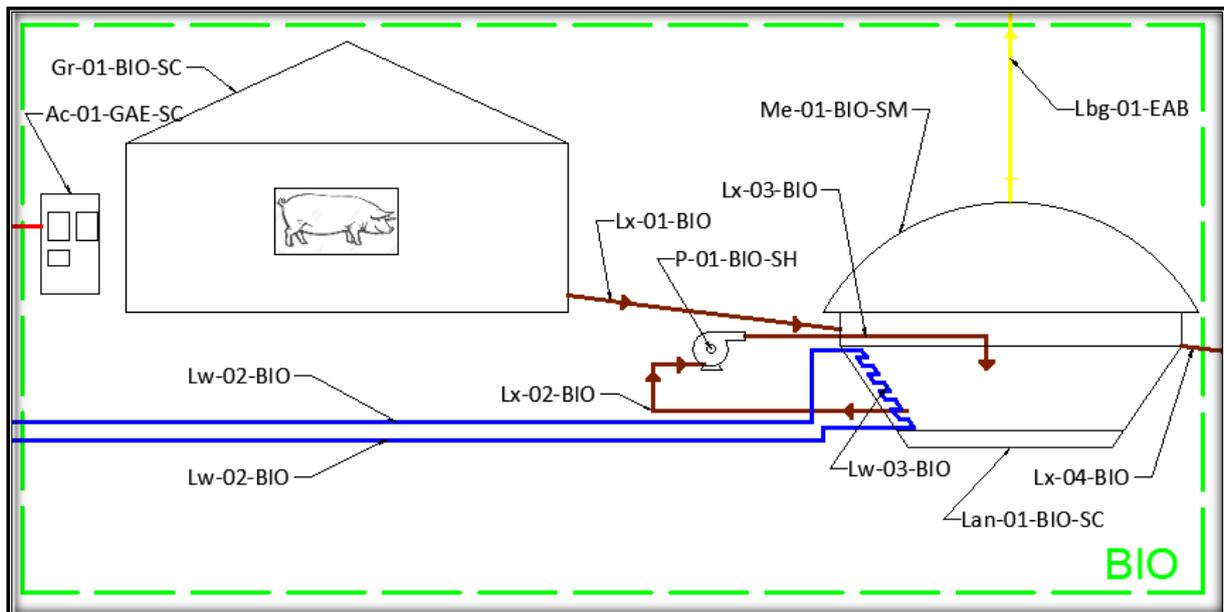


Fig-036-04: Bloque Biodigestor

Tab-007-04-BIO: Elementos del bloque BIO

Elemento	Nº	Bloque	Descripción	Código
Gr	01	BIO	Granja de cerdos	Gr-01-BIO-SC
Me	01	BIO	Membrana de recubrimiento	Me-01-BIO-SM
Lan	01	BIO	Laguna anaeróbica	Lan-01-bio-SC
P	01	BIO	Bomba de recirculado de efluente	P-01-BIO-SH

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 7 de 19
---	-----------------------------	---------	----------------

Tab-008-04-BIO: Líneas del bloque BIO

Línea	N°	Bloque	Descripción	Código
Lx	01	BIO	Descarga de la granja	Lx-01-BIO
Lx	02	BIO	Aspiración de bomba a biodigestor	Lx-02-BIO
Lx	03	BIO	Descarga de bomba de recirculado	Lx-03-BIO
Lx	04	BIO	Descarga biodigestor a laguna aeróbica	Lx-04-BIO
Lw	03	BIO	Serpentina de intercambio de calor	Lw-03-BIO

Bloque de extracción, acondicionamiento y bombeo de biogás (EAB).

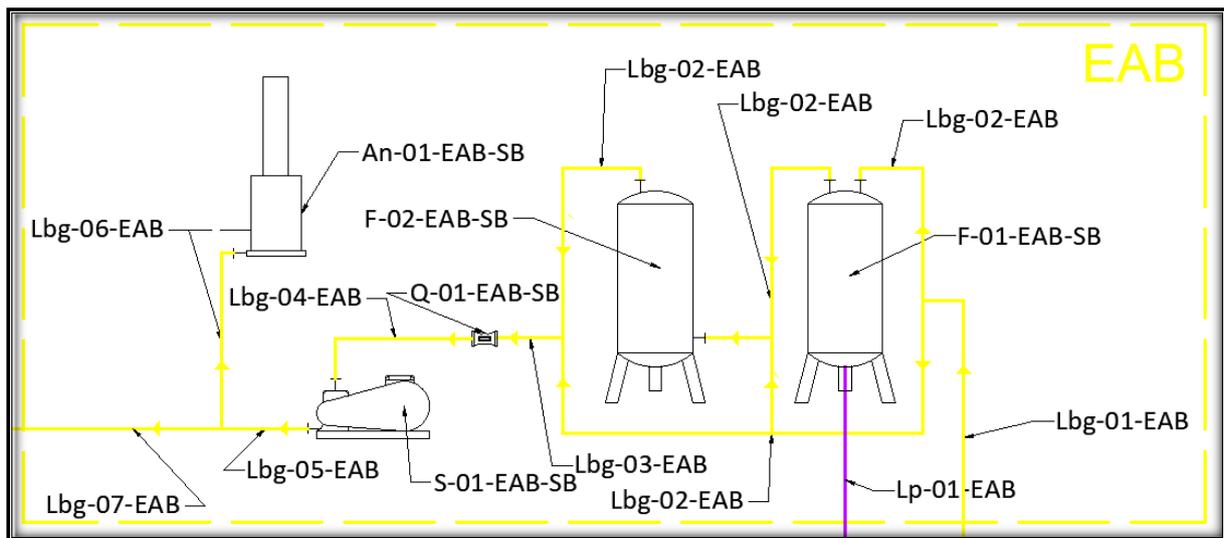


Fig-037-04: Bloque de extracción, acondicionamiento y bombeo

Tab-009-04-EAB: Elementos del bloque EAB

Elemento	N°	Bloque	Descripción	Código
F	01	EAB	Deshumidificador	F-01-EAB-SB
F	02	EAB	Desulfurador	F-02-EAB-SB
Q	01	EAB	Caudalímetro de biogás	Q-01-EAB-SB
An	01	EAB	Antorcha	An-01-EAB-SB

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 8 de 19
---	-----------------------------	---------	----------------

S	01	EAB	Soplador	S-01-EAB-SB
---	----	-----	----------	-------------

Tab-010-04-EAB: Líneas del bloque EAB

Línea	N°	Bloque	Descripción	Código
Lbg	01	EAB	Alimentación de planta de acondicionamiento de Biogás	Lbg-01-EAB
Lbg	02	EAB	Interconexión entre filtros y bypass	Lbg-02-EAB
Lbg	03	EAB	Descarga de filtros a medidor de caudal	Lbg-03-EAB
Lbg	04	EAB	Descarga de medidor de caudal a soplador	Lbg-04-EAB
Lbg	05	EAB	Descarga de soplador a intersección	Lbg-05-EAB
Lbg	06	EAB	Alimentación de antorcha	Lbg-06-EAB
Lbg	07	EAB	Alimentación de motor-generator	Lbg-07-EAB
Lp	01	EAB	Línea de purga del Deshumidificador	Lp-01-EAB

Bloque Generación y acople de energía eléctrica (GAE).

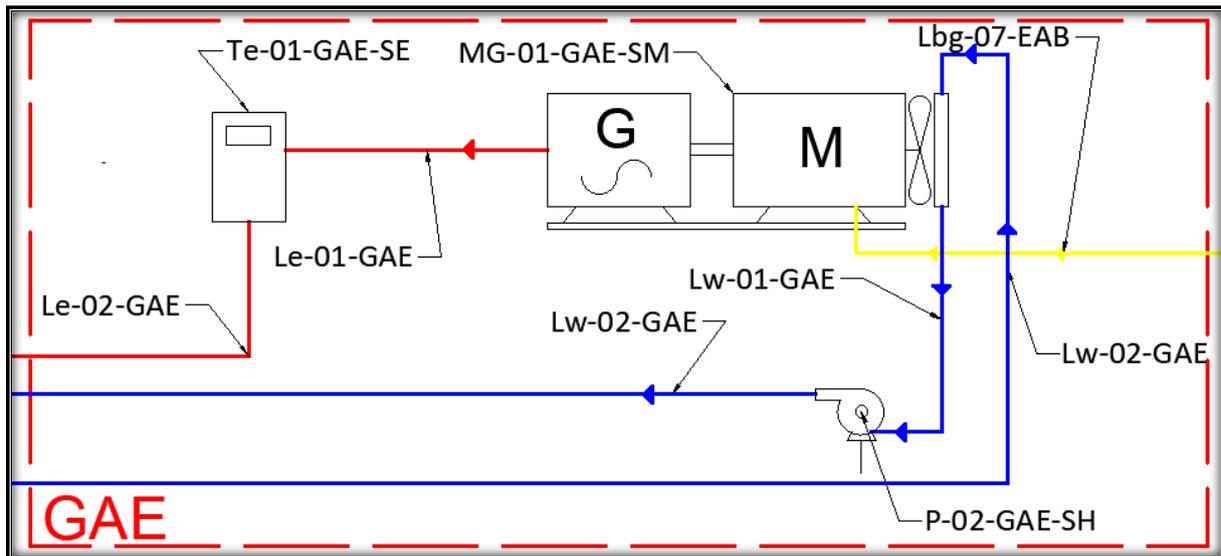


Fig-038-04: Bloque generación y acople de energía

Tab-011-04-GAE: Elementos del bloque GAE

Elemento	N°	Bloque	Descripción	Código
----------	----	--------	-------------	--------

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 9 de 19
---	-----------------------------	---------	----------------

MG	01	GAE	Motor-Generador	MG-01-GAE-SM
Te	01	GAE	Tablero eléctrico principal	Te-01-GAE-SE
P	02	GAE	Bomba de recalentamiento	P-02-GAE-SH

Tab-012-04-GAE: Línea del bloque GAE

Línea	N°	Bloque	Descripción	Código
Le	01	GAE	Línea principal del generador a tablero principal	Le-01-GAE
Le	02	GAE	Línea de tablero principal a acometida	Le-02-GAE
Le	03	GAE	Línea de tablero principal a tablero secundario	Le-03-GAE

Bloque utilización de efluentes líquido del digestor para riego (UDR).

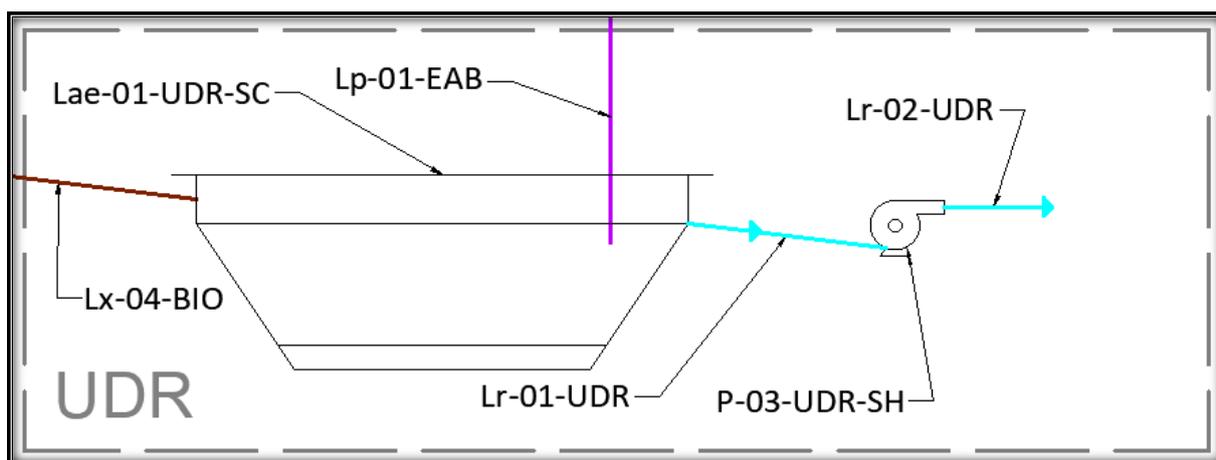


Fig-038-04: Bloque generación y acople de energía

Tab-013-04-UDR: Elementos del bloque UDR

Elemento	N°	Bloque	Descripción	Código
P	03	UDR	SH	Bomba de riego

Tab-014-04-UDR: Línea del bloque UDR

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 10 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------

Línea	N°	Bloque	Descripción	Código
Lr	01	UDR	Aspiración de bomba de riego	Lr-01-UDR
Lr	02	UDR	Descarga de bomba de riego	Lr-02-UDR

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 11 de 19

Ingeniería Mecánica

Membrana de recubrimiento (Me-01-BIO-SM)

El recubrimiento de la laguna, tanto el inferior, en el caso de que se requiera, como el superior; se realiza con una membrana de polietileno. Estas son flexibles, con gran resistividad a la luz solar, a la tracción y al desgarro, con gran resistencia química.

La función que cumple esta membrana, como es en nuestro caso la membrana superior, es captar el biogás generado dentro del biodigestor para luego poder utilizado.

Válvula de seguridad (Vs-01-EAB SB)

Esta válvula estará dispuesta en la laguna anaeróbica, con el fin de proteger en primera medida la membrana ante una posible rajadura por una elevada presión dentro de la laguna. El fin es tener otra medida de seguridad en caso de que la antorcha no encienda por algún motivo.

Motor-Generador (MG-01-GAE-SM)

Se colocará un módulo de generación diseñado para plantas pequeñas como la nuestra. Es un módulo compacto premontado en un contenedor listo para conectar y con una puesta en marcha rápida como también sencilla, reduciendo así los costes de instalación y operaciones de mantenimiento.

Estos equipos constan de un motor a combustión interna adaptado íntegramente para funcionar con gas natural como único combustible acoplado a un generador eléctrico el cual convierte la energía mecánica en eléctrica; con la filtración previa de algunas impurezas como el azufre y la humedad puede funcionar perfectamente, abasteciendo la granja.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 12 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------

El calor producido por la combustión se disipa entre los gases de escape y la refrigeración por agua y aceite.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 13 de 19
--	------------------------------------	----------------	------------------------

Ingeniería de Biogás

Deshumificador (F-01-EAB-SF)

Con el objetivo de acondicionar el biogás de manera de no dañar ninguno de los componentes aguas abajo como el motor generador, debido a la humedad que posee este, se coloca en deshumificador de la marca Puxin el cual lo que hará es enfriar el gas, para extraer la mayor cantidad de agua que posee el mismo.

Desulfurador (F-02-EAB-SF)

Este estará dispuesto de manera de que el gas generado, después de que se le filtre la humedad, pasará por un nuevo recipiente con una cantidad suficiente de pellets con óxido de hierro hidratado, que se encargaran de extraer el H₂S por medio de absorción. El equipo de desulfuración tiene una estructura razonable, resistencia a la corrosión (como el deshidratador), eliminación de alto azufre, fácil operación, gran capacidad de penetración de azufre, gran adaptabilidad del sitio de instalación, sin contaminación secundaria, instalación sencilla y rápida.

Caudalímetro de biogás (Q-01-EAB-SF)

Se utilizará un medidor de caudal dispuesto después de los filtros para asegurar el correcto funcionamiento y duración de este, con el objetivo de cuantificar el flujo volumétrico.

Antorcha (An-01-EAB-SF)

Se dispondrá de una antorcha, esta se coloca por varios propósitos, tales como, cuando se comience a generar, la planta no lo hará de manera uniforme, tardará

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 14 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------

alrededor de un mes de comenzar a generar de una manera uniforme, hasta entonces se quema el biogás producido. También en caso de tener que realizar mantenimiento al generador, o ante cualquier exceso de biogás, este se quemara en la antorcha.

Soplador (S-01-EAB-SF)

El soplador o turbina regenerativa es un dispositivo con la función de hacer llegar el biogás al motor generador o la antorcha, esto quiere decir, contrarrestar las pérdidas de carga que existen en el transporte y filtrado, como también alcanzar las presiones requeridas para su combustión en los elementos antes nombrados

Arrestallama (Ar-01-EAB-SB)

Este dispositivo se coloca en tuberías que transportan fluidos con gran contenido de metano, permitiendo el paso de este en condiciones normales de operación y, detener o extinguir cualquier frente de llama que se propague, protegiendo los dispositivos conectados a la tubería de una ignición no controlada.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 15 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------

Ingeniería Hidráulica

Bomba de recirculado de efluente (P-01-BIO-SF)

Se dispondrá de una bomba la cual está diseñada para trabajar con materiales sólidos, con el fin de poder recircular efectivamente el purín dentro de la laguna. Este se realizará con dos extracciones y una descarga en lo que es la entrada del purín a la laguna para hacer más rápido el mezclado y activación.

Bomba de riego (P-03-UDR-SF9)

La granja posee hoy en día una bomba destinada para el riego a partir del efluente resultante en la laguna aeróbica.

Intercambiador de calor (Ic-01-BIO-SF)

Se pondrá un intercambiador del tipo loza flotante para mantener la temperatura en el biodigestor lo más estable posible para su correcta descomposición del purín. Dentro de la laguna circulara una serpentina con agua caliente proveniente de refrigeración de la generación eléctrica, transmitiendo al efluente calor cuando este lo requiera.

Bomba de recirculado de agua de recalentamiento (P-02-BIO-SF)

Se tomará el agua de refrigeración del generador y se bombeará por medio de una tubería con aislación térmica, hasta el interior de la laguna anaeróbica a través del intercambiador (Ic-01-BIO-SF), con el fin de aprovechar parte del calor disipado por el motor en la generación eléctrica y además de no tener que usar otro recurso para la calefacción del purín para su descomposición.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 16 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------

Ingeniería Eléctrica

Tablero eléctrico principal (Te-01-GAE-SE)

Se dispondrá de una conexión en paralelo entre el generador y la red eléctrica, la cual alimentará de forma simultánea a la granja.

Este conexionado consta de un interruptor que detecte tanto fallo en la red como en el generador, desconectando el mismo de forma automática hasta que vuelva a su normalidad a fin de evitar daños en la instalación.

Se tendrá también las protecciones pertinentes, tanto llaves termo-magnéticas, como interruptores diferenciales, a fin de garantizar un uso seguro de la instalación.

El flujo de energía será detectado y medido por un medidor bilateral brindado por la empresa distribuidora de energía.

El diseño de este se basó en el procedimiento brindado por el Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE), ver en memorias de cálculo (Fig-016-06).

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 18 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------

Ingeniería Civil

Laguna anaeróbica (Lan-01-BIO-SF)

Esta es una laguna artificial dispuesta en la granja, de 50x40 metros la que será cubierta con una membrana, para así aprovechar la digestión anaeróbica del efluente y poder captar el biogás generado

Laguna aeróbica para riego (Lae-01-UDR-SF)

Igual que la laguna anaeróbica, es una pileta que ya se encuentra construida en la actualidad en la granja, posee 90x40 metros. Aquí es donde irán los desechos de la laguna anaeróbica, para luego ser usados para el riego de sembrado en las mismas instalaciones ya que este contiene grandes propiedades como fertilizante.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 19 de 19
---	-----------------------------	---------	-----------------



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Ingeniería de Detalles.

Proyecto Nº: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.
Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martín

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Índice

Ingeniería Mecánica.	4
Motor-Generador (MG-01-GAE-SM)	4
Ingeniería de Biogás.....	5
Purificación del biogás.....	5
Deshumidificador (F-01-EAB-SB).....	5
Desulfurador (F-02-EAB-SB).....	5
Soplador (S-01-EAB-SB)	5
Caudalímetro (Q-01-EAB-SB).....	6
Antorcha (An-01-EAB-SB).....	6
Arrestallama (Ar-01-EAB-SB).....	7
Líneas de Biogás (Lbg-01-EAB+Lbg-02-EAB+Lbg-03-EAB+Lbg-04-EAB+Lbg-05-EAB)	7
Líneas de Biogás (Lbg-05-EAB+Lbg-06-EAB).....	8
Acopio del biogás (Tk-01-BIO-SB)	8
Ingeniería Eléctrica.	9
Interrupor automático (Ia-01-GAE-SE).....	9
Protección diferencial (Dy-01-GAE-SE)	10
Relé de control multifunción (Rm-01-GAE-SE)	11
Protección galvánica (Tpg-01-GAE-SE).....	11
Conductores	11
Barra de alimentación general (Br-01-GAE-SE).	12
Tablero eléctrico principal. (Te-01-GAE-SE)	13
Medidor de energía generada (Mee-01-GAE-SC).....	14
Jabalina (Ja-01-GAE-SE)	14
Conductor de puesta a tierra (Le-04-GAE)	14

Análisis económico	15
Resultados del estudio económico.	15
Conclusiones	15

Ingeniería Mecánica.**Motor-Generador (MG-01-GAE-SM)**

El Grupo electrógeno seleccionado es uno con motor Cummins y alternador Stanford.

Modelo del grupo electrógeno: JF200CG

Modelo del motor: GNTA855-G1

Potencia Prime: 180kVA (144 kW)

Dimensiones: 2100 x 4500 mm [H x L]

Peso bruto: 3200 Kg

DATOS TÉCNICOS

Modelo de grupo JF200CG con Regulador de velocidad Electrónico	Marca de motor Cummins
Modelo de motor GNTA855-G1	Nro. cilindros 6
Construcción En Línea	Diámetro x carrera del pistón 140 mm x 152 mm
Desplazamiento 14 Litros	Relación de compresión 14:1
Aspiración Turboalimentado y post enfriado	Capacidad de batería 2 x 100 A/hr
Arranque / min. °C Eléctrico 24V / -12°C	Aceite lubricante 15W40-CF4
Capacidad de refrigerante motor 61 Litros	Capacidad aceite lubricante 39 Litros

GRUPO ELECTRÓGENO – 50 HZ

RPM 1500	Tensión de salida estándar 380/220 V 50 Hz
Potencia Prime 180 kVA (144 kW)	Potencia Standby 200 kVA (160 kW)
Corriente por Fase (Prime) 270 A	Corriente por Fase (Stand by) 300 A
Potencia bruta motor (Prime) 174 kWm (234 HP)	Potencia bruta motor (standby) 192 kWm (257 HP)
Flujo gases de escape (Prime) 69 m3/min	Temperatura de escape (Prime) 555°C
Regulación de voltaje del alt. ±1.0%	Contra presión de escape 76 mm Hg
Clase de aislación del alt. H	Flujo aire - radiador 456 m3/min
Restricción de admisión de aire 251 mm Hg	Admisión de aire - motor (Prime) 31 m3/min
Calor irradiado por el motor (Prime) 45 kWm	Consumo Combustible Gas (Prime) 42 m3/hora

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
29/03/21

Aprobó:

Página 4 de 15

Ingeniería de Biogás.

Purificación del biogás

Deshumidificador (F-01-EAB-SB)

El deshidratador que se selecciona es de la marca Puxin, el cual puede filtrar hasta 1600 m³, realizado hecho en su totalidad en acero inoxidable

Modelo: PXDH: 1000 L

Dimensiones: 1100 × 1920 mm [ϕ × H]

Conexión: Rosca macho 3"

Desulfurador (F-02-EAB-SB)

Se seleccionó uno de la marca Puxin, este está construido en acero inoxidable 304, y se define con las siguientes características:

MODELO: PXDS-1000L

DIMENSIONES: 1100 × 1985 mm [ϕ × H]

PESO BRUTO: 1000 Kg

CONEXIÓN: Rosca macho 3"

Soplador (S-01-EAB-SB)

Este se seleccionó de la marca GREENCO.

Modelo G-2RB 710

Rodete B296

Caudal de 90m³/h

ΔP de 300 mbar

Potencia del motor de 4 kW

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 29/03/21	Aprobó:	Página 5 de 15
---	-----------------------------	---------	----------------

Caudalímetro (Q-01-EAB-SB)

Se selecciona un caudalímetro de la marca Aliava el que cumple con las siguientes características.

Modelo: F 25.4 -40- S6- 4 BT- B - Ex - N.

Caudal: 7 - 70 m³/h.

Tamaño: 40 mm.

Material del tubo y flotador: acero inoxidable 316.

Escala de salida de pulsos: 4 - 20 mA.

Segura y a prueba de explosiones.

Indicación de 5 dígitos.

Antorcha (An-01-EAB-SB)

Se seleccionó una antorcha de la Zorg Biogás, modelo FAI 65-450 automática, compatible con un soplador.

Las antorchas de biogás FAI están hechas completamente de acero inoxidable 316Ti, equipadas con componentes de alta calidad, además de un diseño robusto que garantiza una vida útil larga y constante con poco mantenimiento.

Características.

- Conexión de gas DN: 65 mm
- Presión de funcionamiento: 2 - 40 mbar
- Velocidad de flujo: 5.5 - 254 Nm³/h
- Tensión de trabajo: 220 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Intensidad: 10A

Arrestallama (Ar-01-EAB-SB)

Se selecciona un arrestallama de la marca Enardo serie 7 con las siguientes características.

- Flujo máximo.
- Menos caída de presión.
- Limpieza fácil.
- Menos obstrucción.
- Menos mantenimiento.
- Diseño de elemento único.
- Las piezas recubiertas de fluoropolímero proporcionan resistencia excepcional a la corrosión y a los agentes químicos.
- Celda de llama de fácil acceso y extracción para facilitar la inspección y el mantenimiento.
- Diseño bidireccional.
- Sonda de temperatura estándar en los modelos EN.
- Disponible con bridas ANSI, DIN y JIS.

Líneas de Biogás (Lbg-01-EAB+Lbg-02-EAB+Lbg-03-EAB+Lbg-04-EAB+Lbg-05-EAB)

Se seleccionaron tuberías:

Marca Polytherm GAS.

Diámetro = 63mm

Largo total = 30m

Cabe destacar que la línea Lbg-01-EAB se instalara con una caída de 1° hacia los filtros a fin de evitar el acumulamiento de líquido.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 29/03/21	Aprobó:	Página 7 de 15
---	-----------------------------	---------	----------------

Líneas de Biogás (Lbg-05-EAB+Lbg-06-EAB)

Se seleccionaron tuberías:

Marca Polytherm GAS.

Diámetro = 50mm

Largo total = 400m

Acopio del biogás (Tk-01-BIO-SB)

No se acopiara el biogás por no ser recomendable.

Ver memoria de cálculo.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 29/03/21	Aprobó:	Página 8 de 15
---	-----------------------------	---------	----------------

Ingeniería Eléctrica.**Interruptor automático (Ia-01-GAE-SE)**

Se selecciona de la marca Schneider

Principal

Rango de producto	Easypact CVS100 ... 250
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Modelo de dispositivo	CVS160B
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	3P
Descripción polos protegidos	3R
Earth leakage protection (Vigi add on)	Sin
Corriente nominal	160 A a 40 °C
Tipo de poder de corte	B
Tipo de red	CA
[Icu] Breaking capacity	40 kA Icu a 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 25 kA Icu a 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 20 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Categoría de empleo	A
Unidad de control	TM-D
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Corriente de rearme	125 A at 40 °C
Tipo de protección	Prot.contra cortoc. (magnét.) Prot. contra sobrec. (térmica)

Protección diferencial (Dy-01-GAE-SE)

Se selecciona de la marca Schneider

Principal

Rango de producto	ComPact NSX100...250
Distancia	Compacto
Tipo de producto o componente	Vigi add-on
Aplicación del dispositivo	Alambrado
Rango de compatibilidad	ComPact NSX250 disyuntor EasyPact CVS250 disyuntor
Número de polos	3P
Corriente nominal	250 A
Nombre del módulo adicional de	MH
Prot. c. fuga a tier.(tabular)	Clase A
Residual earth-leakage sensinty adjustment type	5 valores ajustables
Sensibilidad a la fuga a tierra	0.03 A 0,3 A 1 A 3 A 10 A
Tipo de temporización	4 valores ajustables
Retardo intencionado	310 ms 0 ms 60 ms 150 ms

Relé de control multifunción (Rm-01-GAE-SE)

Se selecciona de la marca Schneider

Principal

Rango de producto	Zelio Control
Tipo de producto o componente	Relés modulares de medición y control
Tipo de relé	Relé control multifunción
Aplicación específica producto	P/ alimentación trifásica
Nombre de relé	RM35TF
Parámetros monitorizados del relé	Tensión baja y sobretensión en modo ventana Secuencia de fase Detección fallo de fase Asimetría
Time delay	Ajustable 0.1...10 s, +/- 10 % del valor de escala completa
Capacidad de conmutación en VA	1250 VA
Rango de medida	220...480 V tensión CA

Protección galvánica (Tpg-01-GAE-SE)

Potencia	100kVA
Tensión primario	400Vca
Corriente primario	160A
Tensión secundario	400Vca
Corriente secundario	160A
Frecuencia	50Hz
Ucc	3.57%
Dimensiones	90x90x60 cm

Conductores

De la firma Prysmian donde se seleccionaron para los circuitos trifásicos: conductor tetrapolar (3 fases + N) Sintenax Valio para los circuitos de potencia.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 29/03/21	Aprobó:	Página 11 de 15
---	-----------------------------	---------	-----------------

Barra de alimentación general (Br-01-GAE-SE).

Se seleccionó de la marca Schneider.

				Busbar					
				800	1000	1250	1600		
				Working rating (A)					
				IEC/EN					
General characteristics									
Compliance with standards									
Protection degree	IP								
Shock resistance	IK								
Nominal rated current at an ambient temperature of 35°C	I _{nc}	A	800	1000	1250	1600			
Rated insulation voltage	U _i	V					18		
Rated operating voltage	U _e	V					18		
Operating frequency	f	Hz	50/60 or 60 to 400 Hz AC or for DC						
Short-circuit current withstand									
Standard version 3L + PE and 3L + N + PE									
Allowable rated short-time withstand current (t = 1 s)	I _{sw}	kA	31	50	50	65			
Allowable rated peak current	I _{pk}	kA	64	110	110	143			
Maximum thermal stress I ² t (t = 1 s)	I ² t	A ² s.10 ³	961	3500	2500	4225			
Reinforced version 3L + N + PER									
Allowable rated short-time withstand current (t = 1 s)	I _{sw}	kA	35	55	65	85			
Allowable rated peak current	I _{pk}	kA	73	143	143	187			
Maximum thermal stress	I ² t	A ² s.10 ³	1225	4225	4225	7225			
Conductor characteristics									
Phase conductors									
Average resistance at an ambient temperature of 20°C	R _{ph}	mΩ/m	0.079	0.057	0.046	0.035			
Average resistance at I _{nc} and at 35°C	R _i	mΩ/m	0.096	0.069	0.056	0.042			
Average reactance at I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz	X _i	mΩ/m	0.018	0.016	0.015	0.013			
Average impedance at I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz	Z _i	mΩ/m	0.097	0.071	0.058	0.044			
Protective conductor (PE)									
Average resistance at an ambient temperature of 20°C		mΩ/m	0.203	0.178	0.164	0.143			
Fault loop characteristics									
Fault loop characteristics at 35°C	Ph/N	Average resistance	R _{ph,n}	mΩ/m	0.345	0.248	0.209	0.159	
		Average reactance	X _{ph,n}	mΩ/m	0.143	0.103	0.087	0.067	
		Average impedance	Z _{ph,n}	mΩ/m	0.373	0.269	0.226	0.172	
	Ph/PE at 35°C	Average resistance	R _{ph,pe}	mΩ/m	0.809	0.676	0.587	0.490	
		Average reactance	X _{ph,pe}	mΩ/m	0.762	0.586	0.478	0.364	
		Average impedance	Z _{ph,pe}	mΩ/m	1.111	0.895	0.757	0.610	
Impedance method	At 20°C	Average resistance	Ph/Ph	R _{ph,ph}	mΩ/m	0.160	0.115	0.097	0.073
			Ph/N	R _{ph,n}	mΩ/m	0.161	0.115	0.097	0.074
			Ph/PE	R _{ph,pe}	mΩ/m	0.531	0.440	0.353	0.281
		At I _{nc} and Average resistance at 35°C	Ph/Ph	R _{ph,ph}	mΩ/m	0.193	0.140	0.120	0.091
			Ph/N	R _{ph,n}	mΩ/m	0.194	0.140	0.120	0.092
			Ph/PE	R _{ph,pe}	mΩ/m	0.641	0.535	0.438	0.348
	At I _{nc} and Average reactance at 35°C and at 50 Hz	Ph/Ph	Average reactance	X _{ph,ph}	mΩ/m	0.040	0.029	0.024	0.019
			Ph/N	X _{ph,n}	mΩ/m	0.064	0.047	0.040	0.030
			Ph/PE	X _{ph,pe}	mΩ/m	0.043	0.086	0.275	0.212

Other characteristics	Symbol	Unit	Busbar trunking rating (A)			
			800	1000	1250	1600
Voltage drop						
Line-to-line voltage drop, in volts (V) per 100 metres and per amp (A) of current, for a run of 100 metres. For the case of loads concentrated at the end of a run, the voltage drop is multiplied by the factor given in this table.						
For a cosine ψ of	1	V/100 m/A	0.0083	0.0060	0.0049	0.0037
	0.9	V/100 m/A	0.0081	0.0060	0.0050	0.0038
	0.8	V/100 m/A	0.0076	0.0056	0.0047	0.0036
	0.7	V/100 m/A	0.0069	0.0052	0.0043	0.0034
Choice of products when harmonics are present (see "harmonic currents" for more details).						
Rated current according to THD3 (3 rd order distortion)	THD < 15%		KTA0800	KTA1000	KTA1250	KTA1600
	15% < THD < 33%		KTA1000	KTA1250	KTA1600	KTA2000
	THD > 33%		KTA1250	KTA1600	KTA2000	KTA2500
Protective conductor						
Casing		mm ²	120	130	140	155
Equivalent copper cross-section		mm ²	210	300	360	480
Additional copper conductor PER cross-section		mm ²				
Average weight						
3L + PE		kg/m	12	14	16	19
3L + N + PE		kg/m	13	16	18	22
3L + N + PER		kg/m	15	19	21	26
Allowable current as a function of ambient temperature						
Where k1 = ambient temperature derating coefficient.						
			Ambient temperature			
		°C	35	40	45	
Busbar trunking installed indoors	k1	%	k1=1	k1=0.97	k1=0.93	
Busbar trunking installed outside under an aluminium roof	k1	%	Please, see your sales office.			
Busbar trunking installed in a fire duct	k1	%	Please, see your sales office.			

Tablero eléctrico principal. (Te-01-GAE-SE)

Se seleccionó un tablero de la marca Schneider, modelo Thalassa PLM.

Principal

Distancia	Thalassa
Nombre del producto	Thalassa PLM
Modelo de dispositivo	PLM
Enclosure type	De múltiples fines
Category	Caja compacta
Nominal height	847 mm
Nominal width	636 mm
Nominal depth	300 mm
Montaje de envoltente	Mont. en pared
Composición del dispositivo	1 cuerpo 1 puerta 1 manejar bloqueo
Tipo de cuerpo	Pabellón incorporado Una pieza moldeada con muescas en la parte trasera
Tipo de puerta	Plano
Tipo de bloqueo	3 puntos de bloqueo, mango con cerradura de llave 1242E

Medidor de energía generada (Mee-01-GAE-SC)

Se selecciona un medidor de la marca Elster modelo A1052+

Características

- Energía Activa kWh Clase 1
- Energía Reactiva kVARh Clase 2
- Rango de tensión 96 a 288Vac - 50 ó 60 Hz
- Permite conexión monofásica, bifásica y trifásica
- Rangos de corriente de 5(40)A ó 5(120)A
- Datos de Seguridad
- Tensión de Impulso 8kV
- Grado de Protección IP52
- Salida de Pulsos (IEC 62053-31) o salida serial, opcional.

Jabalina (Ja-01-GAE-SE)

Se selecciona de la marca GENROD modelo L1420

Diámetro = 1/2"

Largo = 2000mm

Conductor de puesta a tierra (Le-04-GAE)

Se selecciona de la marca GENROD modelo ACC35.

Sección 16mm²

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 29/03/21	Aprobó:	Página 14 de 15
---	-----------------------------	---------	-----------------

Análisis económicoResultados del estudio económico.

	Monto en \$	Monto en u\$s	Ahorro en generación en \$	Tiempo de retorno
Equipos y accesorios	15573888,6	173332,09	1732188,06	12,23
Montaje y mano de obra	4672166,57	51999,63		
Ingeniería	809842,206	9013,27		
Dirección de obra	137050,22	1525,32		
Inversión inicial Total	21192947,6	235870,31		

Conclusiones

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores se tiene que el tiempo de retorno de la inversión inicial es de 12 años y 3 meses, el cual se considera un largo tiempo de retorno para un proyecto de estas características; también se tiene que la instalación posee una vida útil de alrededor de 20 años, por lo que se tiene 8 años de ganancia.

Cabe destacar que esto se debe al bajo costo de la energía que se paga en el país debido a los diferentes subsidios que esta posee, y además que esta instalación cuenta con componentes de un alto costo.

Por otro lado, en estos años de retorno de inversión, no se tiene en cuenta el impacto ambiental positivo que se tiene, reduciendo las emisiones de metano, olores, y el de la reducción de consumos energéticos, los que son muy considerables en la actualidad.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Memorias de Cálculo.

Proyecto Nº: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.

Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martin

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Ing. Pereira 676 –C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina

Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

Índice

Estudio de la problemática	8
Tecnologías disponibles y estado del arte.	9
Biodigestor	9
Biogás	11
Biogás en Argentina y en el mundo.	11
Marco teórico.	13
Purín de cerdo como fuente de energía.	13
Principios físicos, químicos y biológicos que conducen a la generación de biogás	14
Digestión anaeróbica	15
Hidrólisis	16
Acidogénesis y acetogénesis:	17
Metanogénesis	17
Parámetros físico-químicos de control	18
Temperatura	18
Tiempo de retención hidráulica (TRH o THR)	19
Velocidad de carga volumétrica	20
Rangos de pH y alcalinidad	21
Agitación - mezclado:	21
Potencial redox	22
Tipos de biodigestores.	22
Sistema Batch	23
Sistema continuo o semi-continuo	24

Mezclado completo.	25
Mezcla parcial o nula.	26
Contacto Anaeróbico.	26
Flujo ascendente	27
Lecho fluidizado	27
Filtro anaeróbico.	28
Una etapa.	29
Dos etapas	29
Elección preliminar de biodigestores	30
Características del Biogás.	30
Ingeniería Mecánica.	32
Membrana (Me-01-BIO-SM)	32
Válvula de seguridad (Vs-01-EAB-SM)	33
Motor-Generador (MG-01-GAE-SM)	34
Ingeniería de Biogás.	38
Generación estimada de Biogás	38
Propiedades del biogás.	38
Tubería de alimentación de planta de gas (Lbg-01-EAB)	39
Diámetro económico de la tubería.	40
Pérdida de carga	41
Tubería de interconexión de equipos (Lbg-02-EAB)	43
Tubería de interconexión de equipos (Lbg-03-EAB)	44
Tubería de interconexión de equipos (Lbg-04-EAB)	44
Tubería de alimentación de la antorcha (Lbg-07-EAB)	44

Diámetro económico de la tubería.	44
Pérdida de carga	46
Tubería de alimentación del motor-generator (Lbg-06-EAB)	47
Purificación del biogás	48
Deshumidificador (F-01-EAB-SB)	48
	49
Desulfurador (F-02-EAB-SB)	49
Soplador (S-01-EAB-SB)	53
Acopio del biogás(Tk-01-BIO-SB)	55
Caudalímetro (Q-01-EAB-SB)	56
Antorcha (An-01-EAB-SB)	57
Arrestallama (Ar-01-EAB-SB)	58
Ingeniería Hidráulica.	60
Cañería de recirculación de efluente	60
Tubería descarga (Lx-02-BIO) de la bomba de recirculado	60
Tubería de aspiración (Lx-03-BIO) de la bomba de recirculado	61
Bomba de recirculado de efluente (P-01-BIO-SH)	61
Aislación de la tubería	70
Selección de cinta autoadhesiva termoaislante	70
Bomba de riego (P-03-UDR-SH).	71
Intercambiador de calor (Ic-01-BIO-SF)	71
Calor absorbido por irradiación solar	73
Bomba de agua de calentamiento (P-02-GAE-SH)	77
Tubería de aspiración (Lw-01-GAE)	78

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 4 de 141
---	-----------------------------	---------	-----------------

Tubería de descarga (Lw-02-GAE)	78
Aislación de la tubería	80
Ingeniería Eléctrica.	81
Tipos de sistemas de alimentación.	81
Sistema aislado.	81
Sistema de doble alimentación	81
Sistema con conexión continua a la red	81
Selección del tipo de conexión a la red	81
Esquema de conexión.	82
Protecciones	84
Cálculo de corrientes de cortocircuito.	86
Interruptor automático (Ia-01-GAE-SE)	90
Protección diferencial(Dy-01-GAE-SE)	91
Protección anti-isla.	92
Relé de control multifunción (Rm-01-GAE-SE)	92
Protección galvánica (Tpg-01-GAE-SE)	93
Protección contra sobretensiones (Is-01-GAE-SE)	95
Conductores	96
Criterios para determinar la sección del conductor.	97
Procedimiento para la preselección del conductor y su verificación térmica.	98
Barra de alimentación general (Br-01-GAE-SE).	99
Tableros	101
Acometida (Ac-01-GAE-SC)	102
Medidor de energía generada (Mee-01-GAE-SE)	104

Circuito eléctrico secundario.	105
Conductores.	106
Protecciones	108
Tablero secundario (Te-02-GAE-SE)	110
Puesta a tierra	111
Selección de jabalina (Ja-01-GAE-SE)	113
Caja de inspección (Ci-01-GAE-SE)	116
Conductor de puesta a tierra (Le-04-GAE)	116
Sistema de control	122
Medición de la temperatura (Tp-01-GAE-SE)	122
Temporizador (Tt-01-GAE-SE)	123
Presión (Ps-01-GAE-SE)	124
Estudios de vinculación civil.	127
Laguna aeróbica (Lae-01-UDR-SF)	127
Recinto del generador	127
Zanjado (Z-01-GAE-SC)	129
Identificación de peligros	132
Peligro eléctrico (E-01-GAE)	133
Peligro térmico (T-01-GAE)	133
Peligro sonoro (S-01-GAE)	134
Peligro por presión (P-01-BIO)	134
Peligro de combustión (C-01-EAB)	134
Peligro de oxidación (O-02-EAB)	135
Análisis económico	136

Inversión inicial.	136
Presupuestos	136
Total	139
Análisis de retorno de inversión	140
Consumos de la granja	140
Ahorros por generación.	141

Estudio de la problemática

La granja sujeta a análisis, es representativa de las situaciones que viven actualmente muchos productores de la zona; la misma tiene capacidad para 20.000 lechones al año, los cuales se engordan desde 30 a 110 Kg generando aproximadamente un volumen de 7 litros por animal por día (orina + excretas sólidas).

Los residuos generados comprenden: las corrientes provenientes de los sanitarios y vestuarios del personal y las corrientes provenientes de los galpones de crianza y engorde. Estos efluentes pueden valorarse en 300 L/d. La carga orgánica puede considerarse equivalente a un cloacal, unos 250 mg/L de DBO.

Estos residuos pasan por dos etapas, la primera en una laguna anaeróbica donde reside entre 45-50 días, y luego pasa a la segunda etapa Facultativa con un tiempo de residencia de 45 días mínimo para lograr una destrucción total de bacterias patógenas y parásitos.

La tendencia actual es reutilizar los desechos orgánicos, fomentando el uso de energías renovables, entre ellos el biogás, teniendo como objetivo la reducción de cargas contaminantes a fin de reducir el calentamiento global y la sustitución de abonos químicos mediante el uso de los efluentes tratados y de buena calidad fertilizante.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 8 de 141
---	-----------------------------	---------	-----------------

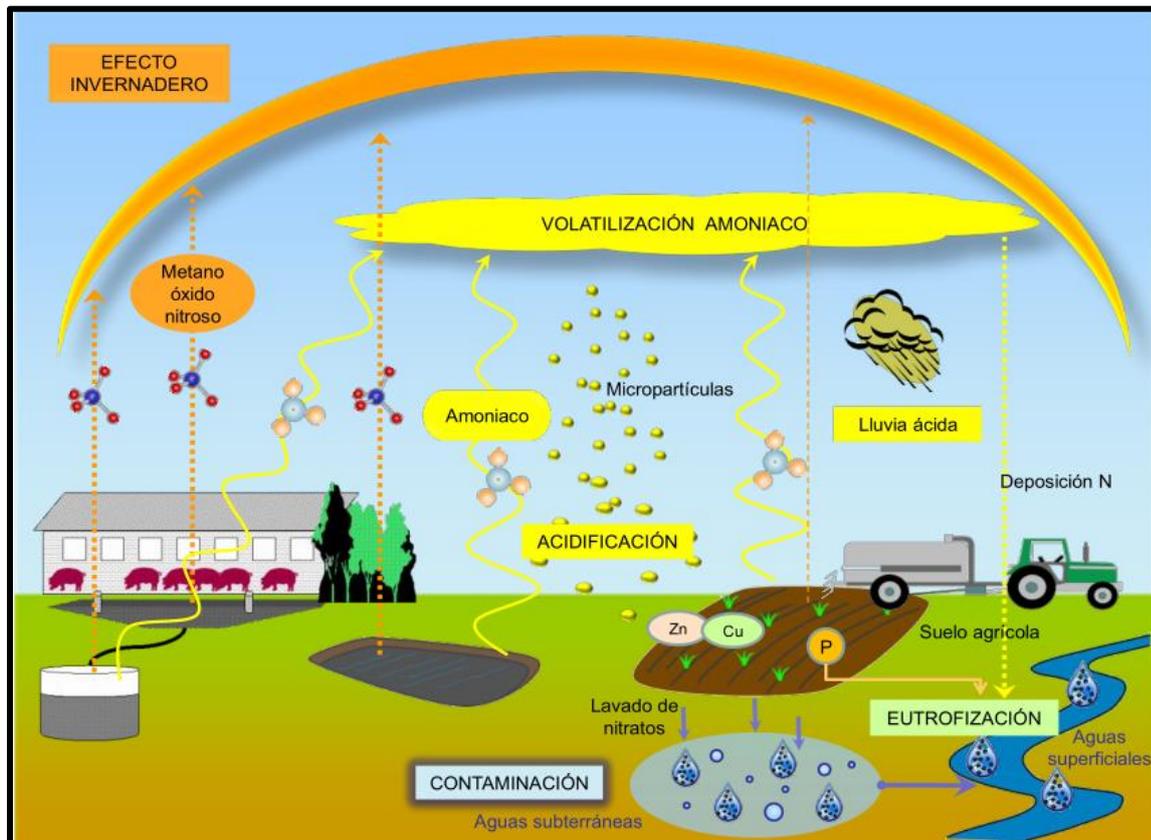


Fig-001-06: Ilustración del efecto invernadero

Tecnologías disponibles y estado del arte.

Biodigestor

El proceso de la Biodigestión Anaeróbica ha sido conocido y aplicado desde la antigüedad, se utilizaba para el curtido de cueros, para la obtención de etanol, ácidos orgánicos como el láctico, etc. pero era comprendido en razón de sus productos finales y no en función de sus procesos.

Ya para 1884 Louis Pasteur al presentar los trabajos de su discípulo Gayón concluyó que la fermentación de estiércoles podría ser una fuente de energía para la calefacción e iluminación.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 9 de 141

En Inglaterra en el año 1896, Donald Camerón perfeccionó el tanque séptico y utilizó el gas que se origina en el proceso como fuente de energía. En EE. UU de Norteamérica se empezó a investigar esta tecnología en Massachusetts, por intermedio del Dr. Louis P. Kinnicutt.

Para el año de 1900 es puesto en funcionamiento el primer Biodigestor en Bombay, La India, Charles James utilizó el gas producido en el proceso para el funcionamiento de un motor.

En Alemania a partir de 1923 se empieza a utilizar el biogás, mediante una red pública para satisfacer las demandas de energía. En Inglaterra es sin embargo a partir de 1927 cuando se impulsa el uso de biogás, para suplir las necesidades de las comunidades que pasaban de 7000 habitantes; es aquí también, donde se introduce el sistema para recolectar gas por medio de estructuras flotantes de concreto armado. Para el año de 1939 la India inaugura una unidad experimental para el estudio y diseño de sistemas de equipos que requiere la utilización del Biogás, es en este país y en especial en la República Popular de China, donde esta tecnología se ha difundido en forma masiva en el sector campesino, existiendo más de 7.5 millones de digestores construidos y operando.

Sin embargo, la Biodigestión Anaeróbica que inicialmente se había empleado para satisfacer la demanda de energía, en los últimos años ha venido demostrando su potencialidad para el tratamiento de los residuos y excretas de origen doméstico y agropecuarios, principales contaminantes del ambiente. Países como China, India, Australia, Inglaterra, etc. han encontrado en la fermentación anaeróbica una técnica aliada en la lucha contra la contaminación ambiental, especialmente en el área rural en donde los efluentes urbanos y agropecuarios son transformados en sustancias inofensivas al ecosistema circundante, mejorando la calidad de vida de sus habitantes, FAO,(1986); en este sentido Hobson, P et al (1980) utilizando la biodigestión anaeróbica lograron grandes reducciones en los niveles de DBO y DQO de estos efluentes además los constituyentes olorosos de los residuos como el fenol y el indól fueron destruidos por la digestión, iguales resultados encontraron Summer, R and Bousfield en (1980). Referencia bibliográfica 22.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 10 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Biogás

El gas natural, principalmente constituido por metano, fue utilizado por los pueblos chinos y persas hace miles de años como generador de energía. Pasaron muchos años hasta que se dieron cuenta que el metano no solo se encontraba en el gas natural fósil, sino que se producía constantemente.

- 1776: Volta descubrió que el principal compuesto del gas natural era metano, a partir del estudio científico de la formación de gases inflamables en los pantanos.
- 1804: Dalton descubrió la fórmula química del metano.
- 1875: Popov determina que el aumento de la temperatura estimula la producción de gas y que la composición del mismo no depende de la temperatura de producción.
- 1887: Hoppe-Seyler pudo comprobar la formación de metano a partir de acetato. Lamisma observación hizo Omelianski en 1886 con estiércol de vacas.
- 1888: Gayon obtuvo gas al mezclar estiércol y agua, a una temperatura de 35°C.
- 1920: Imhoff puso en práctica el primer biodigestor en Alemania.
- 1936: Buswell realizó avances en la producción de biogás a partir de la digestión del estiércol combinado con diferentes tipos de desechos orgánicos, el cual fue el primer proceso de co-digestión.
- 1938: Fue desarrollada la primera planta de producción de biogás a escala completa por Isman 9 y Ducellier 10 en en Argelia. La misma operaba con desechos sólidos como sustrato.

Hoy en día, la producción de biogás se convirtió en una de las alternativas de tratamiento de residuos cloacales más utilizada. Referencia bibliográfica 9.

Biogás en Argentina y en el mundo.

En el mundo se calcula que el 10% de la energía primaria procede de los recursos asociados a la biomasa, incluidos los relacionados a los biocombustibles líquidos y

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 11 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

biogás. Gran parte de este porcentaje corresponde a los países pobres y en desarrollo, donde resulta ser la materia prima más utilizada para la producción de energía.

En la década de los '90 Europa ha experimentado un moderado pero constante crecimiento de sus plantas de biogás. Se estima que existen cerca de:

- 3000 plantas de metanización;
- 450 centros de almacenamiento de residuos que también aprovechan el biogás.

El Reino Unido es el primer productor de biogás en la Unión Europea y posee el 40% de la producción de Europa. Alemania posee un 22%, contando con 1300 instalaciones de biogás (principalmente digestores de depuradoras de aguas residuales). Sin embargo, se evidencia un aumento de la producción de biogás de origen agrícola empujado por leyes de energías renovables, y que predomina sobre las demás energías renovables de Alemania.

Solo la mitad del biogás producido en la Unión Europea, es valorizado en forma de energía final, el resto es quemado como excedente.

Como experiencia novedosa en Suecia y en Francia se están elaborando biocombustibles a partir de biogás.

Actualmente en Argentina hay entre 60 y 80 plantas de biogás en funcionamiento sumando mini-biodigestores o mini-lagunas cubiertas de consumo domiciliario. Sin embargo, este recurso no está tomando las dimensiones que debiera. Del total de las plantas solo 20 corresponden a grandes instalaciones.

Ya se cuenta en Argentina con proyectos en funcionamiento con tecnología probada en diferentes regiones con distintos requerimientos de adecuación, como el de agitación y calefacción para los biodigestores. Sin embargo, el director ejecutivo de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), Julio Menendez, considera que es necesario un marco legislativo y de financiamiento que de reglas claras en el sector e incentive el uso de la tecnología.

Desde la CADER, se considera que se podría hacer una sustitución total del sistema energético, puesto que la biomasa no es la limitante sino la logística, el marco tarifario,

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 12 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

regulatorio y financiero del país. De esta forma, se podrían establecer plantas de 1 a 2 MW de potencia capaces de generar energía eléctrica e inyectarla a la red.
Referencia bibliográfica 1

Marco teórico.

Purín de cerdo como fuente de energía.

La producción porcina intensiva genera cantidades considerables de estiércoles, y su disposición final representa un importante problema ambiental. Aplicaciones no controladas de estiércoles porcinos al suelo, pueden provocar, entre otros excesos de nitratos (N° 3), sales, metales pesados (cobre y zinc), patógenos, compuestos xenobióticos y emisión de gases de efecto invernadero. Referencia bibliográfica 14.

La expansión de la actividad porcina en el país y el aumento de las tecnologías en el sistema de producción, han dado lugar a un crecimiento en la generación de los desechos que son a menudo lanzados a ríos. Debido a la adopción de sistemas de producción de cerdos confinados, se producen en grandes cantidades los residuos. Referencia bibliográfica 15.

Cuando el estiércol es usado con fines agronómicos puede provocar diferentes impactos sobre el suelo y cultivo, dependiendo del sistema de manejo. Es una valiosa fuente de nitrógeno (N), pudiendo sustituir total o parcialmente la fertilización mineral. Referencia bibliográfica 16

Las excretas porcinas están conformadas por un 45% de orina y un 55% de heces, la humedad es del 90% y el contenido de materia seca es del 10% aproximadamente. La densidad de la misma es cercana a 1, siendo un fluido de peso comparable con el agua. Posee sólidos que flotan, algunos que sedimentan y otros que se mantienen en suspensión. Referencia bibliográfica 17

El purín está conformado por grandes cantidades de hidratos de carbono, lípidos, aminoácidos, proteínas, urea, compuestos azufrados, macronutrientes en contenidos

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 13 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

elevados y micronutrientes. A su vez poseen una población microbiana conformada por bacterias, virus y hongos. Su alto potencial contaminante está definido básicamente por los siguientes parámetros:

- Alto contenido de materia orgánica.
- Alto contenido de macronutrientes, (N, P, K) y micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn).
- Emisión de gases con efecto invernadero (GEI), amoníaco, metano y óxido nitroso.
- Presencia de metales pesados como el cobre y pesticidas.
- Para poder determinar su potencial y comparar con otras cargas, debemos utilizar determinadas unidades como lo son la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DQO).
- El cerdo genera una excreta con una elevada proporción de nutrientes por ser ineficiente en la asimilación.
- Sólo puede aprovechar el 33% de la proteína de la dieta consumida.
- El nitrógeno no absorbido se encuentra en las heces (16%) y en la orina (51%), luego el 34% se transforma en gas y un 32% se incorpora al suelo. Referencia bibliográfica 18

Principios físicos, químicos y biológicos que conducen a la generación de biogás

La producción de biogás es un proceso complejo, que requiere de la acción coordinada de un grupo de microorganismos especializados en la degradación de una amplia variedad de sustratos. La descomposición de estos residuos en el ambiente natural o en reactores especializados bajo condiciones de anoxia (ausencia de oxígeno), genera las condiciones imprescindibles para el proceso. El biogás producido se encuentra compuesto principalmente por dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), y en menor medida otros gases, entre los que se destaca el sulfuro de hidrógeno (H₂S), un gas altamente tóxico, responsable del olor fuerte y desagradable

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 14 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

que se percibe en los ambientes naturales donde se genera biogás por la degradación anaeróbica de la materia orgánica.

Para controlar y eficientizar la digestión anaeróbica de la materia orgánica y producir biogás se utilizan biodigestores. Estos son reactores especialmente diseñados para maximizar la eficiencia de conversión de los sustratos en energía, y obtener subproductos con valor agregado, como biofertilizantes.

Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un substrato, residuos animales y vegetales, son convertidos en biogás; mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores (e.g. H_2O_2). Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, en subproductos útiles.

En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico.

El proceso global puede ser dividido para su estudio en tres etapas principales, aunque debe comprenderse que en los digestores las reacciones ocurren simultáneamente.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 15 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

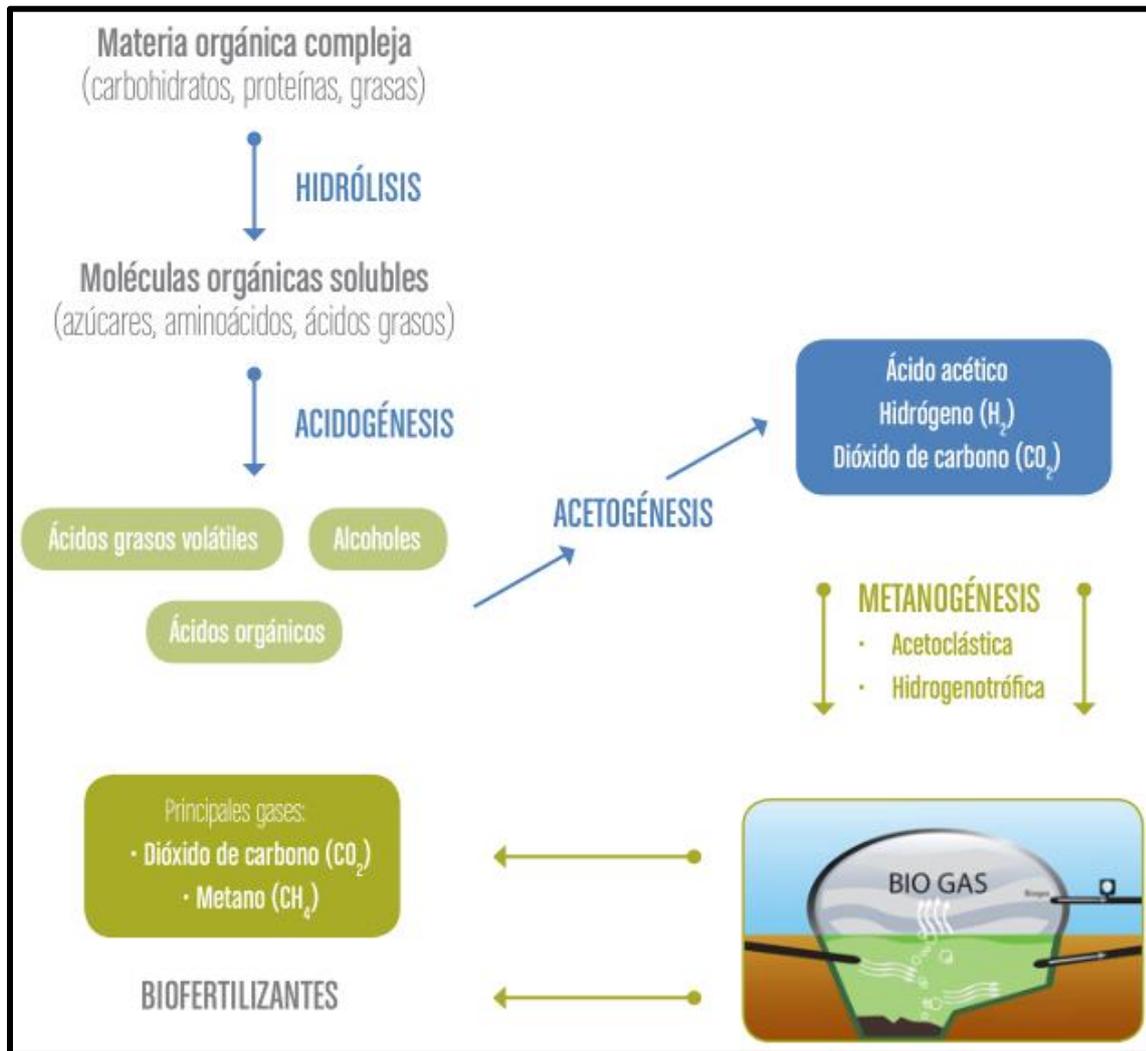


Fig-002-06: Proceso global digestión anaeróbica

Hidrólisis

La materia orgánica compleja (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, etc.) es degradada por la acción de microorganismos en materia orgánica soluble (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos), lo que genera los sustratos para la siguiente etapa.

La etapa hidrolítica puede ser el proceso limitante de la velocidad global del proceso sobre todo cuando se tratan residuos con alto contenido de sólidos. Además, la hidrólisis, depende de la temperatura del proceso, del tiempo de retención hidráulico, de la composición bioquímica del sustrato, del tamaño de partículas, del nivel de pH,

de la concentración de NH_4^+ y de la concentración de los productos de la reacción química.

Acidogénesis y acetogénesis:

Distintos grupos de microorganismos, denominados acidogénicos y acetogénicos, procesan esa materia orgánica soluble y liberan principalmente hidrógeno molecular (H_2), CO_2 y acetato $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2]^-$. Dado que la acidogénesis es considerada la etapa más rápida del proceso global, resulta fundamental controlarla para evitar que el descenso de pH, acidificación del medio, interfiera con la acción del consorcio microbiano.

La importancia de la presencia de este grupo de bacterias no sólo radica en el hecho que produce el alimento para los grupos de bacterias que actúan posteriormente, sino que, además eliminan cualquier traza del oxígeno disuelto del sistema.

A esta altura del proceso, la mayoría de las bacterias anaeróbicas han extraído todo el alimento de la biomasa y, como resultado de su metabolismo, eliminan sus propios productos de desecho de sus células. Estos productos, ácidos volátiles sencillos, son los que van a utilizar como sustrato las bacterias metanogénicas en la etapa siguiente.

Metanogénesis

Finalmente, los microorganismos metanogénicos tienen dos vías metabólicas diferentes: la vía acetoclástica, que transforma el ácido acético en CH_4 y CO_2 , y la vía hidrogenotrófica, que a partir del H_2 y el CO_2 genera CH_4 .

Los microorganismos metanogénicos pueden ser considerados como los más importantes dentro del consorcio de microorganismos anaerobios, ya que son los responsables de la formación de metano y de la eliminación del medio de los productos de los grupos anteriores, siendo, los que dan nombre al proceso general de biometanización.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 17 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Los microorganismos intervinientes en cada fase tienen propiedades distintas que son muy importantes y se las debe conocer para lograr comprender el equilibrio y funcionamiento óptimo de un digestor. Referencia bibliográfica 2.

FASE ACIDOGENICA	FASE METANOGENICA
<ul style="list-style-type: none"> * Bacterias facultativas (pueden vivir en presencia de bajos contenidos de oxígeno). * Reproducción muy rápida (alta tasa reproductiva). * Poco sensibles a los cambios de acidez y temperatura. * Principales metabolitos, ácidos orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Bacterias anaeróbicas estrictas (No pueden vivir en presencia de oxígeno). * Reproducción lenta (baja tasa reproductiva). * Muy sensibles a los cambios de acidez y temperatura. * Principales productos finales, metano y dióxido de carbono

Parámetros físico-químicos de control

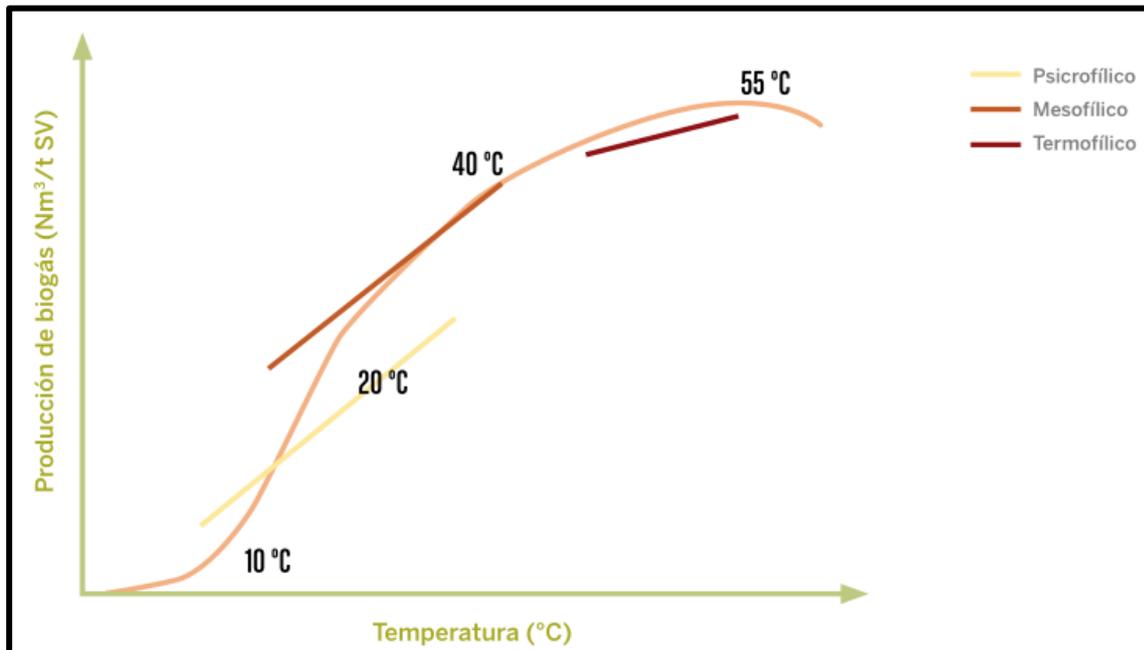
Existe una gran cantidad de análisis químicos y físicos, que se pueden hacer tanto a los sustratos como al material dentro de un biodigestor, que permiten entender cómo está funcionando el sistema y estimar cuáles van a ser los rendimientos potenciales. A continuación, se explican los factores que resultan claves para garantizar el funcionamiento de un biodigestor, relativos a aspectos físicos o químicos, y cómo se relacionan con la tecnología.

Temperatura

Para que se inicie el proceso se necesita una temperatura mínima de 4°C a 5°C y no se debe sobrepasar una máxima de alrededor de 70°C. Se realiza generalmente una diferenciación en tres rangos de temperatura de acuerdo al tipo de bacterias que predominan en cada una de ellas. Referencia bibliográfica 2.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 18 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

BACTERIAS	RANGO DE TEMPERATURAS	SENSIBILIDAD
Psicrofílicas	menos de 20°C	+/- 2°C/hora
Mesofílicas	entre 20°C y 40°C	+/- 1°C/hora
Termofílicas	más de 40°C	+/- 0,5°C/hora



Tiempo de retención hidráulica (TRH o THR)

Este indica el tiempo medio de permanencia del sustrato en el biodigestor, sometido a la acción de los microorganismos, y no es más que el cociente entre el volumen del reactor y el caudal diario de carga.

Esta variable determina el volumen del reactor y se encuentra directamente relacionada con la temperatura y, en consecuencia, con la tecnología a utilizar.

Para producir una determinada cantidad de biogás en rangos psicrofílicos se requieren valores de TRH mayores que en rangos mesofílicos o termofílicos. A mayor temperatura, menor TRH.

Para los distintos procesos, los TRH pueden ser muy variables:

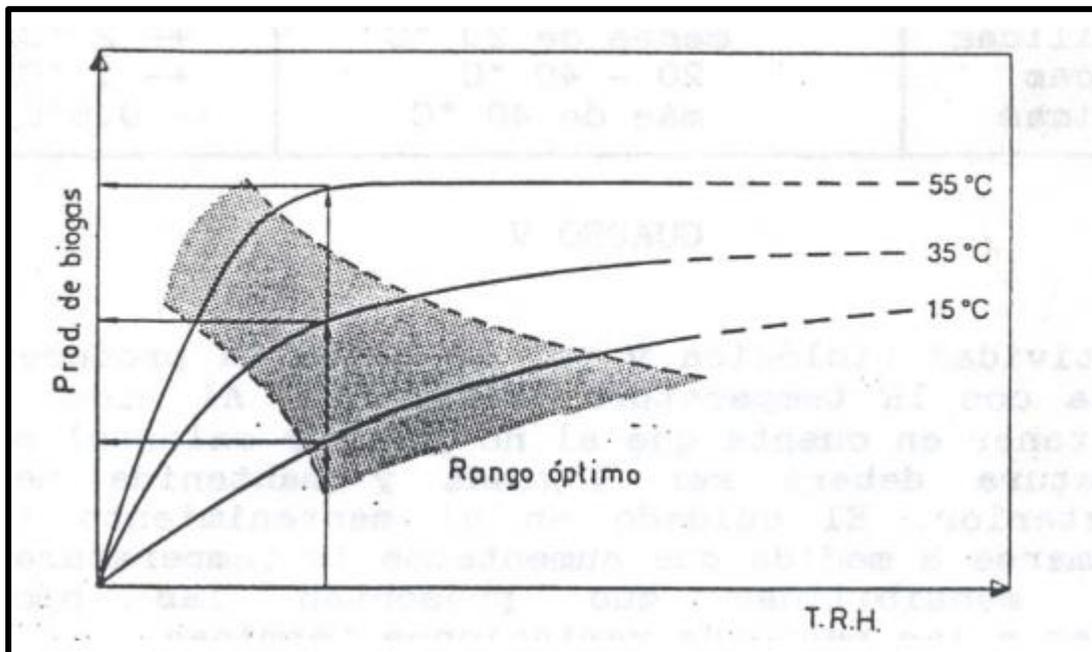
- Psicrofílicos: de 50 a 120 días.
- Mesofílicos: de 25 a 50 días.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 19 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

- Termofílicos: de 15 a 25 días.

La temperatura está íntimamente relacionada con los tiempos que debe permanecer la biomasa dentro del digestor para completar su degradación. A medida que se aumenta la temperatura disminuyen los tiempos de retención y en consecuencia se necesitará un menor volumen de reactor para digerir una misma cantidad de biomasa.

Referencia bibliográfica 2.



Velocidad de carga volumétrica

Con este término se designa al volumen de sustrato orgánico cargado diariamente al digestor. Este valor tiene una relación inversa con el tiempo de retención, dado que a medida que se incrementa la carga volumétrica disminuye el tiempo de retención.

Existen diferentes formas de expresar este parámetro, las más usuales son las siguientes: kg de material/día; kg de materia seca/día; kg de sólidos volátiles/día todos expresados por metro cúbico de digestor.

Un factor importante a tener en cuenta en este parámetro es la dilución utilizada, debido a que una misma cantidad de material degradable podrá ser cargado con diferentes volúmenes de agua.

Rangos de pH y alcalinidad

El proceso anaeróbico es afectado adversamente con pequeños cambios en los niveles de pH, cuando estos se encuentren fuera del rango óptimo. Los microorganismos metanogénicos son más susceptibles a las variaciones de pH que los otros microorganismos de la comunidad microbiana anaeróbica. Los diferentes grupos bacterianos presentes en el proceso de digestión anaeróbica presentan unos niveles de actividad óptimos en torno a la neutralidad. El óptimo es entre 5.5 y 6.5 para acidogénicos y entre 7.8 y 8.2 para metanogénicos. El pH óptimo para cultivos mixtos se encuentra en el rango entre 6.8 y 7.4, siendo el pH neutro el ideal. Para que el proceso se desarrolle satisfactoriamente, el pH no debe bajar de 6.0 ni subir de 8.0. El valor del pH en el digestor no sólo determina la producción de biogás sino también su composición. Una de las consecuencias de que se produzca un descenso del pH a valores inferiores a 6 es que el biogás generado es muy pobre en metano y, por tanto, tiene menores cualidades energéticas. Debido a que la metanogénesis se considera la etapa limitante del proceso, es necesario mantener el pH del sistema cercano a la neutralidad. Los acidogénicos son significativamente menos sensibles a valores más extremos de pH.

Agitación - mezclado:

Los objetivos buscados con la agitación son: remoción de los metabolitos producidos por las bacterias metanógenas, mezclado del sustrato fresco con la población bacteriana, evitar la formación de costra que se forma dentro del digestor, uniformar la densidad bacteriana y evitar la formación de espacios “muertos” sin actividad biológica.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 21 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

En la selección del sistema, frecuencia e intensidad de la agitación se deberán realizar las siguientes consideraciones: El proceso fermentativo involucra un equilibrio simbiótico entre varios tipos de bacterias. La ruptura de ese equilibrio en el cuál el metabolito de un grupo específico servirá de alimento para el siguiente implicará una merma en la actividad biológica y por ende una reducción en la producción de gas. Existen varios mecanismos de agitación utilizados desde los más simples que consisten en un batido manual o el provocado por la entrada y salida de los líquidos hasta sofisticados equipos que involucran agitadores a hélice, recirculadores de sustrato e inyectores de gas.

Potencial redox

Para el adecuado crecimiento de los anaeróbios obligados el valor del potencial redox se debe mantener entre -220 mV a -350 mV a pH 7.0 de manera de asegurar el ambiente fuertemente reductor que las bacterias metanogénicas necesitan para su óptima actividad. Cuando se cultivan metanogénicas, se incorporan agentes reductores fuertes tales como sulfuro, cisteína o titanio III para ajustar el medio a un potencial redox adecuado.

Tipos de biodigestores.

A fin de simplificar el análisis y comprensión de los distintos tipos de digestores en utilización se agruparán los mismos en el siguiente cuadro, clasificándolos de acuerdo a diferentes criterios. Luego se comentará cada proceso con un esquema ilustrativo.

Referencia bibliográfica 11.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 22 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Criterio	Descripción
Carga	Batch
	Continuo
Mezcla	Completa
	Parcial o Nula
Manejo de sustrato	Contacto anaeróbico
	Flujo ascendente
	Lecho fluidizado
	Filtro anaeróbico
Etapas	Una etapa
	Dos etapas

Sistema Batch

Se caracterizan por una carga y vaciado total de la cámara de digestión. Con o sin agitación. Requieren para acelerar su arranque de una proporción aproximada de inóculo 20%. Su curva de producción de gas sigue la característica “arranque-estabilización-agotamiento”. Esto obliga a fin de mantener una producción de gas estable a lo largo del tiempo a poseer por lo menos tres o cuatro digestores de este tipo cada uno de los cuales se hallará operando en las distintas etapas, lo que permite mantener la producción de biogás en un cierto nivel uniforme.

Este tipo de digestores son eficaces para la digestión de materiales celulósicos que no pueden ser tratados en los digestores de tipo continuo debido al posible taponamiento de los conductos de alimentación y salida.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 23 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

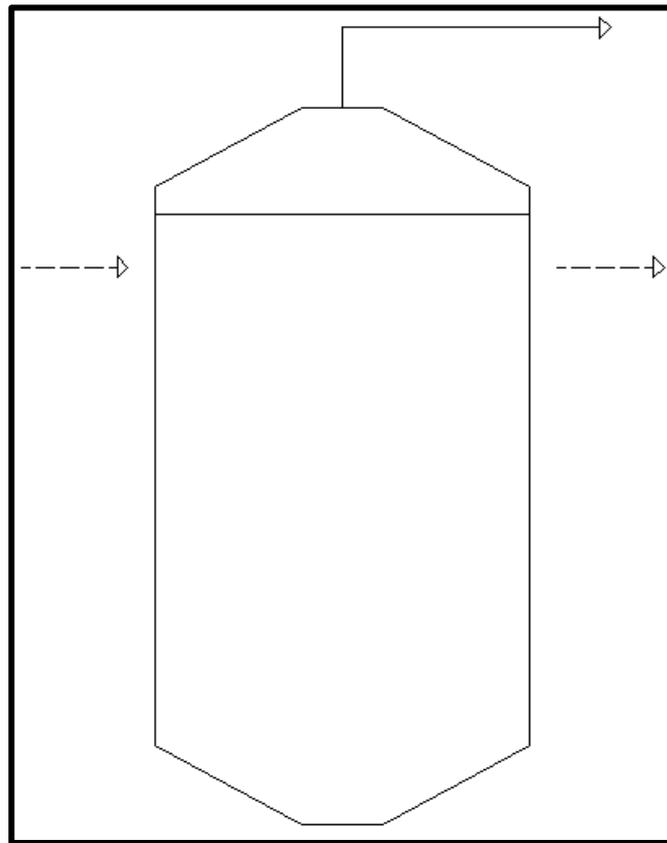


Fig-003-06: Reactor por batch

Sistema continuo o semi-continuo

En este tipo de digestores el volumen que ingresa desplaza una cantidad equivalente de efluente que se evacua por la salida. De este modo el volumen del sustrato en la cámara de digestión se mantiene constante. Los reactores continuos se cargan generalmente en forma diaria, a diferencia de los semi-continuos se descargan totalmente una o dos veces por año que generalmente coincide con el período de generación del sustrato. La mayor parte de los digestores difundidos a lo largo de todo el mundo pertenecen a esta categoría.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 24 de 141

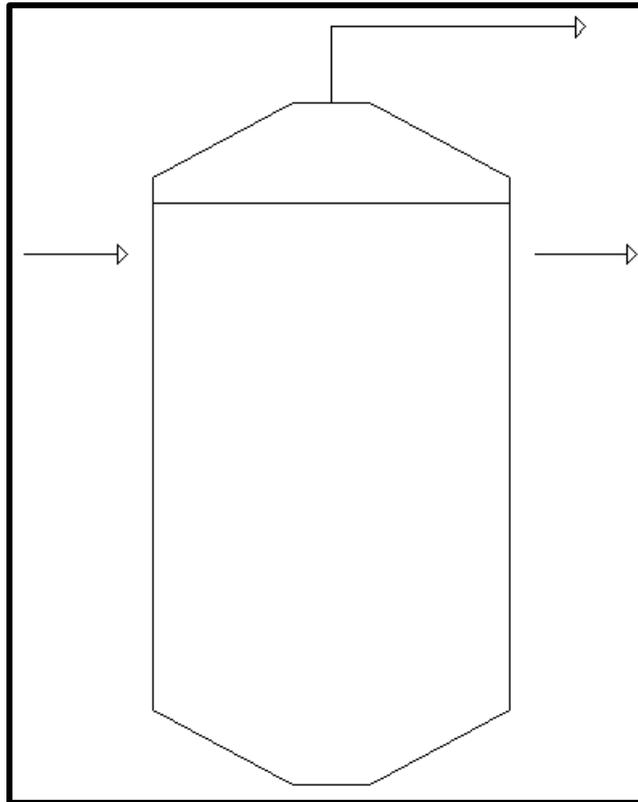


Fig-004-06: Reactor continuo o semicontinuo

Mezclado completo.

En estos digestores se busca que el substrato en fermentación dentro de la cámara se mezcle en forma total. En el caso de los reactores calefaccionados, esta acción asegura una distribución uniforme de la temperatura en todo el volumen. Existen diversos medios para lograr este fin, entre los que se pueden mencionar: la agitación de líquidos mediante bombas internas o externas al digestor y la reinyección de biogás dentro de la cámara produciendo un intenso burbujeo. Se debe tener mucho cuidado en la intensidad y periodicidad de la agitación, para no afectar el delicado equilibrio bacteriano.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 25 de 141

Mezcla parcial o nula.

En general en este grupo se encuentran los pequeños digestores en los cuales los métodos de agitación son muy rudimentarios (agitadores del tipo manual o rotación de la campana gasométrica). Los que se realizan con el fin de evitar la formación de la perjudicial costra.

En otros casos como los digestores del tipo horizontal la agitación se logra mediante la circulación del substrato dentro de la cámara de digestión provista de una serie de tabiques.

Contacto Anaeróbico.

Este reactor persigue el objetivo de retener la mayor cantidad de bacterias activas dentro de la cámara de digestión a fin de lograr menores tiempos de retención y consecuentemente menores volúmenes de digestor para tratar la misma cantidad de biomasa.

En estos digestores la pileta de sedimentación a la salida de los mismos le da la posibilidad a las bacterias que han salido con el efluente a asentarse y decantar para luego ser reintroducidas en forma de lodo, mezclado con material de carga como inóculo.

Existen también otros dos métodos para retener la masa bacteriana a la salida del reactor, como puede ser un sedimentador externo, en el cual las partículas más pesadas son recirculadas.

Otro puede ser un separador de membranas, que no hace otra cosa que filtrar las bacterias y es un proceso que se realiza mediante un bombeo externo del lodo de la parte inferior hacia la superior.

El tercero es una variación del primero, ya que el sedimentador es con placas.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 26 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

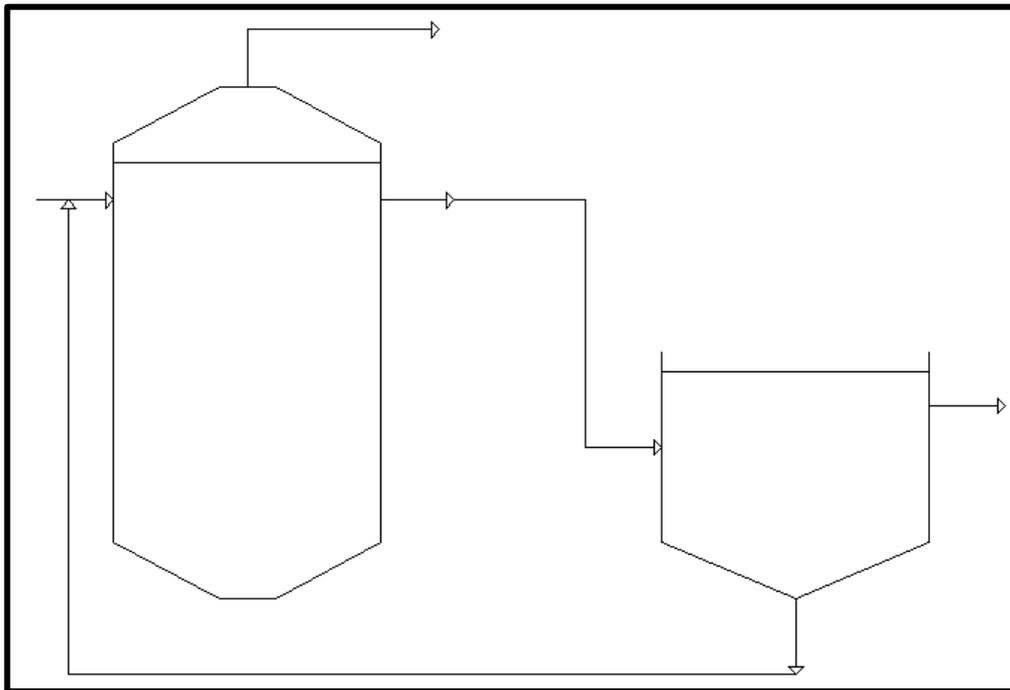


Fig-005-06: Reactor de mezclado completo

Flujo ascendente

En su interior posee separadores y mamparas estratégicamente ubicadas las que generan zonas de tranquilidad en las cuales las bacterias han conformado glomérulos (floculación) que sedimentan y así se evita que salgan con el efluente que es sacado por la parte superior de la cámara de carga. Este tipo de digestor es especialmente apto para el tratamiento de desechos agroindustriales, no admite partículas insolubles.

Lecho fluidizado

En este tipo de reactor unas pequeñas partículas se mantienen en suspensión dentro de la cámara de digestión. Las bacterias se adhieren a estas partículas, que no son atacadas y salen con ellas. Mediante el filtrado del efluente se pueden recuperar estas partículas juntamente a las bacterias y se reintroducen en el digestor.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 27 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

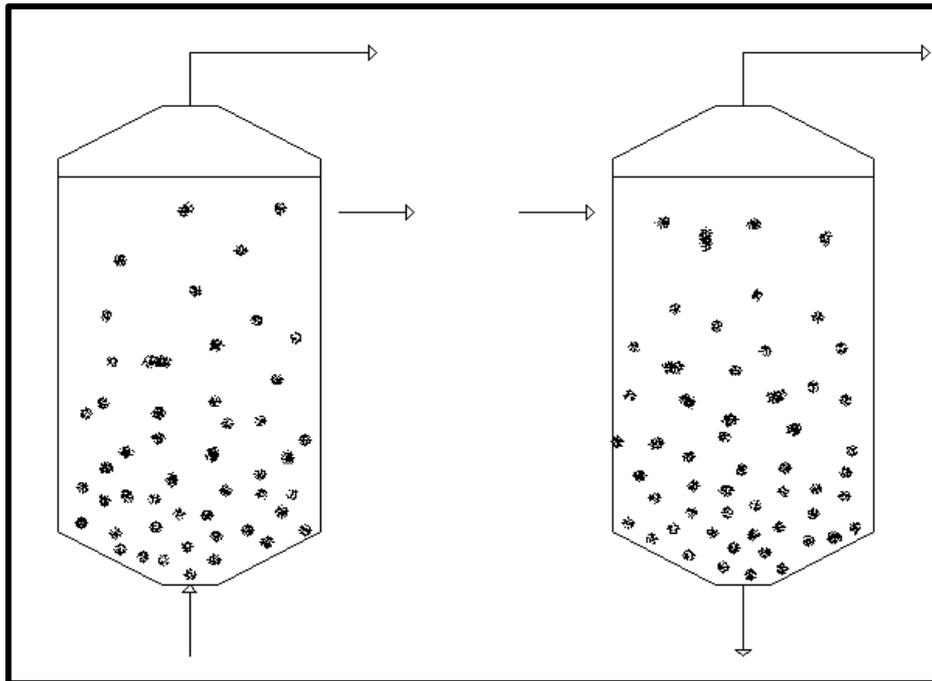


Fig-006-06: Reactor de lecho fluidizado

Filtro anaeróbico.

Estos reactores tienen la particularidad de ser alargados (relación alto/diámetro mayor a 1), últimamente se está experimentando con filtros horizontales, pero los verticales siguen siendo más eficientes. En su interior poseen un medio fijo que puede estar constituido por cañerías reticuladas, piedra caliza, formas plásticas de gran relación superficie/volumen, etc. Sobre estos materiales no atacables se adhieren las bacterias y así se evita su pérdida, que disminuye notablemente los tiempos de retención. Existen dos variantes: de flujo ascendente y de flujo descendente.

Debido a estos elementos filtrantes ubicados dentro de la cámara de digestión, no admiten líquidos con material insoluble en suspensión ya que dichos sólidos bloquearían el pasaje del substrato. Este tipo de digestores está difundándose últimamente para determinados usos.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 28 de 141

Tanto este digestor, como los dos anteriores admiten tiempos de retención muy bajos (0,5 a 3 días) con muy altos niveles de eficiencia (se han llegado a valores de producción de biogás de 7 veces el volumen del reactor por día). Existen de flujo ascendente y descendente.

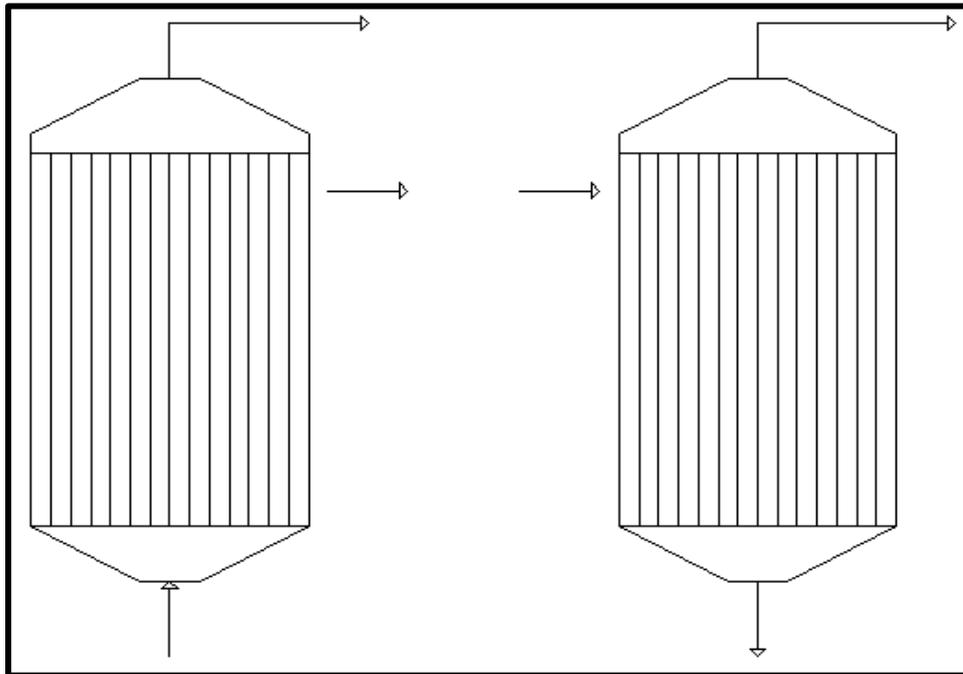


Fig-007-06: Filtro anaeróbico

Una etapa.

Esta categoría indica que todas las etapas de la digestión anaeróbica se cumplen en una única cámara, en la cual todas las bacterias están sometidas a las mismas condiciones.

Dos etapas

Estos reactores se dividen en dos cámaras de digestión separadas, donde en la primera se desarrolla la etapa acidogénica y en la segunda la acetogénica y la

metanogénica. Esto permite optimizar las condiciones de desarrollo de cada tipo de bacterias y extraer los sólidos indigeribles antes que pasen a la etapa metanogénica. Estos digestores se encuentran aún en la etapa experimental y de plantas piloto.

Elección preliminar de biodigestores

Basándonos en la información recopilada y las características de nuestro sustrato, se enumeran a continuación requisitos que debe cumplir el reactor a elegir:

- Sistema continuo: debido a que la producción del sustrato a tratar es diaria.
- Mezcla completa: Mezclado con sistema de agitación con la finalidad de mantener la temperatura constante.
- De contacto anaeróbico: para retener la mayor cantidad de bacterias en el sistema.
- Se plantea la implementación de una sola etapa, ya que este tipo de reactores se encuentran ampliamente desarrollado en la industria y se posee mayor información.

Características del Biogás.

El biogás es una mezcla de diferentes gases producido por la descomposición anaeróbica de materia orgánica como el estiércol y la basura orgánica, la composición química del biogás indica que el componente más abundante es el metano (CH₄); este es el primer hidrocarburo de la serie de alcanos y un gas de efecto invernadero. La mezcla de CH₄ con el aire es combustible y arde con llama azul. Referencia bibliográfica 6.

Este combustible tiene un alto valor calórico de 4700 a 5500 Kcal/m³ y puede ser utilizado en la cocción de alimentos, para la iluminación de viviendas, así como la alimentación de motores de combustión interna que accionan, máquinas herramientas, molinos de granos, generadores eléctricos, bombas de agua y vehículos agrícolas o de cualquier otro tipo. Referencia bibliográfica 7.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 30 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Composición elemental del biogás por parte de la FAC, 2011

- Metano (CH₄) 55 a 70 %.
- Anhídrido carbónico (CO₂) 35 a 40 %.
- Nitrógeno (N₂) 0.5 a 5 %.
- Sulfuro de hidrógeno (SH₂) 0,1 %.

Referencia bibliográfica 10

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 31 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Ingeniería Mecánica.

Membrana (Me-01-BIO-SM)

Estas pueden variar en cuanto a tipo de material, grosor, costo y características. Las más conocidas son las de policloruro de vinilo (PVC), etileno propileno dieno tipo M (EPDM) o polietileno de alta densidad (PDA).

La diferenciación de la membrana superior e inferior será en el espesor de la misma, la inferior será de un espesor mucho menor ya que solo tendrá que evitar filtraciones a la tierra.

En ocasiones para la lona superior utiliza una membrana doble con la que se puede regular la presión de salida o de retención del biogás caso que se quisiera, inyectando o sacando aire en el espacio de contacto entre las dos membranas. Estas son de composición básica en polietileno con la densidad necesaria para el requerimiento, sea baja media o alta, son flexibles, con gran resistividad a la luz solar, a la tracción y al desgarró, con gran resistencia química.

El tipo de amarre de estas membranas se realiza en base a un estudio de vientos y del suelo de la zona.

En base a lo que nos comentaron algunos profesionales que trabajan en el tema y algunos fabricantes, nos recomendaron usar la de polietileno de una capa, debido a sus grandes características como: alta resistencia a la tensión, a los rayos UV, su capacidad de expandirse; muy apropiadas para almacenar biogás.

Se seleccionó una membrana de SIOEN

La colocación de la misma se realiza mediante flotadores centrales al momento de esta, por lo que se aconseja al momento de la selección, pedir con un metro más de largo y ancho. Esta tiene que sujetarse al borde de la laguna por unos refuerzos de cinta reforzada en las orillas realizado por el fabricante para poder aplicar fuerza y tensión; una vez colocada se infla con la presión producida dentro del biodigestor.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 32 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Características:

Composición: Poliéster+PVC

Modelo: B9060

Tejido DIN ISO 2075.DIN ISO 2060

Urdimbre: Poliéster, 1100 dtex

Trama: Poliester, 1100 dtex

Tipo de tejido: tejido liso

Técnica de revestimiento: revestimiento directo

Resistencia a la rotura de la trama 2800 N/5cm ISO 1421/1:2016

Resistencia al desgarro 300 N

Color:7264-Gris

Para la membrana inferior debido a que en la zona hay un suelo franco-arcillo-limosa o arcillo-limosa, variando la presencia de arcilla de (43-53) % lo que los hace casi impermeables; y al momento de realizar el pozo para la futura laguna se compacta este, lo que ayuda aún más. Debido a esto se optó por prescindir de la membrana inferior para el biodigestor.

Válvula de seguridad (Vs-01-EAB-SM)

Para tener otra medida de seguridad además del presostato que se dispondrá para el accionamiento de la antorcha, se realizará una válvula en la laguna anaeróbica de manera de evitar la rajadura de la membrana.

Esta válvula será colocando un caño a un costado del biodigestor el que tendrá un cuello sumergido en un depósito con una columna de agua de 20 mm; de manera que, si por alguna razón alcanza esa presión, se ventee a la atmosfera el biogás quedando en el agua el SO₂. El deposito tendrá una boya, esta abrirá o cerrará el paso del agua, de una tubería proveniente de un tanque que se dispondrá a la misma altura y captará el agua de lluvia o podrá ser llenado manualmente.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 33 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Para asegurar la columna de agua deseada, el deposito donde se sumergirá el caño que venteará el biogás, tendrá un orificio a los 21 mm para en caso de exceso, deseche el agua al suelo.

Motor-Generador (MG-01-GAE-SM)

A la hora de seleccionar el equipo generador hay dos casos a analizar, los de generación y cogeneración. Los equipos de generación tienen un rendimiento que está cerca del 40% para el caso de biogás.

Analizando el caso de nuestro proyecto que la idea es hacer cogeneración para la calefacción de los líquidos que ingresan en el biodigestor; los equipos de cogeneración serían lo más eficiente para nuestro caso ya que si no tendríamos que ver la forma de realizar un intercambiador de calor para aprovechar el calor del sistema de refrigeración del motor, agua y aceite, y de los gases de escape.

En los sistemas de cogeneración además de tener un 40% de rendimiento eléctrico tienen alrededor de un 45% de aprovechamiento del calor disponible, motor mediante el circuito de refrigeración y gases escape.

Por lo tanto, el calor generado durante la generación de electricidad no se libera en su totalidad a la atmósfera, sino que parte de este se aprovecha de forma útil. Es por ello, que la tecnología de cogeneración es tan eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Una tecnología que permite ahorrar hasta un 40 % de energía primaria. Las emisiones de CO₂ se reducen en hasta un 60 % en comparación con la producción de electricidad en una gran central eléctrica.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 34 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

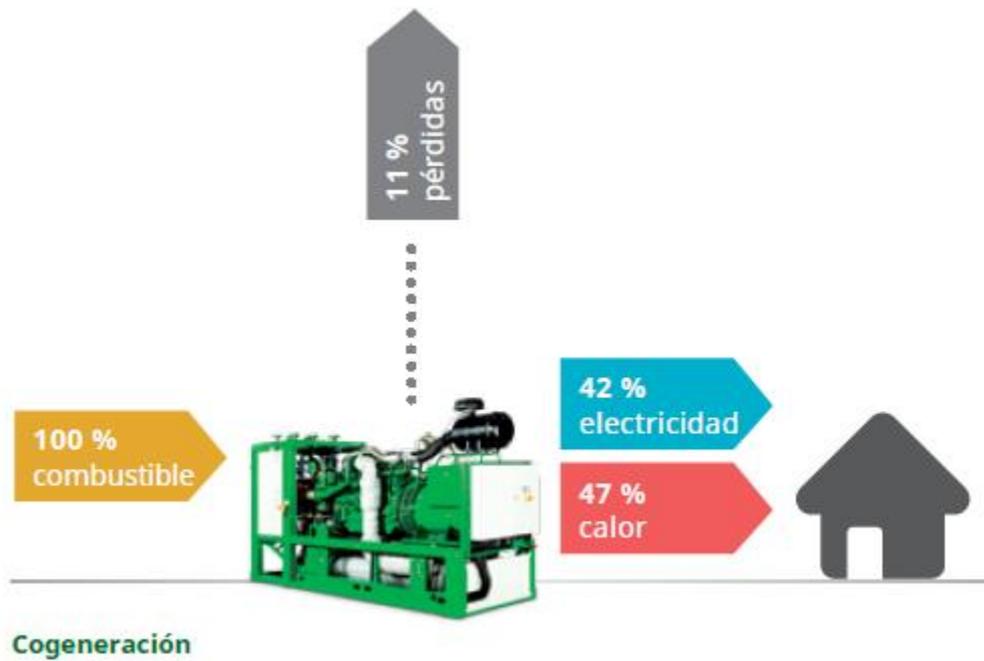


Fig-008-06: Cogeneración

Se suministra normalmente como módulo compacto premontado en un contenedor listo para conectar y su puesta en marcha es rápida a la vez que sencilla.

No se consiguió un cogenerador de biogás tan pequeño como para nuestro requerimiento, también vimos que en caso de tener uno los costos eran muy altos, y aprovechando solo el calor del sistema de refrigeración de uno de generación era suficiente para nuestro proyecto, debido a esto se prosiguió por la selección de un grupo electrógeno de generación con el que se realizará un sistema de calefacción.

Se eligió un grupo electrógeno a gas natural de modelo JF200CG, con el motor marca Cumins y el alternador Stanford.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 35 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------



Grupo Electrónico Insonorizado



Fig-009-06: Generador

A continuación, se anexa una tabla extraída el catálogo con información del motor y alternador

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 36 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

MOTOR CUMMINS

Modelo GNTA855-G1 6 cilindros en línea, inyección directa. Motor a gas de 4 tiempos.	Tipo Enfriado por agua, turboalimentado y post-enfriado.
Construcción 2 válvulas por cilindro, cigüeñal y bielas de acero forjado,	block de hierro fundido.
Sistema de Arranque Motor de arranque eléctrico de 9 kW 24V. Alternador de carga de batería 45 A 28 V. Corriente de arranque de 640 A a 0 °C	Sistema de Combustible Seguro control electrónico de combustible 24 volt. Elementos de filtros de combustible reemplazables.
Filtros Filtros de aire secos con indicador de restricción y filtros de aceite lubricante como elemento reemplazable. Separador de agua estándar.	Enfriamiento Radiador estándar para 50°C. Enfriador de Aceite.

- *Motor a gas para servicio pesado, 4 tiempos, enfriado por agua. Regulador de velocidad electrónico.*
- *Chasis: Fabricado en acero plegado y soldado. Construido con sistema antivibratorio. Soportes aislantes de goma estándar.*
- *Sistema de Enfriamiento: Conjunto de enfriamiento 50°C.*

ALTERNADOR STAMFORD

Diseño BRUSHLESS (sin escobillas), simple rodamiento, campo giratorio, 4 polos, malla protectora.	Aislación Clase H. Para uso continuo.
Protección IP22 (NEMA 1) estándar.	Sistema de enfriamiento IC 01.
Devanado Amortiguador completamente interconectado.	Rotor Balanceado dinámicamente a BS5625 grado 2.5.
Rodamiento Blindado.	Ventilación Autoventilado.
Acoplamiento <i>motor-generador directo para perfecto alineado</i>	

RANGOS DE POTENCIA / AMPERAJE

En 50 HZ	Prime: 180 KVA (144 KW) / 270 A
	Stand by: 200 KVA (160 KW) / 300 A

Como el biogás no tiene el mismo poder calorífico que el gas natural, se tuvo en cuenta que el generador alimentado con biogás, generará aproximadamente la mitad de lo que nos muestra el catálogo con gas natural, es por ello que se seleccionó este modelo, el cual tendrá una generación poco mayor a 70 kW que es el cálculo de generación que se había obtenido antes

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 37 de 141
--	------------------------------------	----------------	-------------------------

Ingeniería de Biogás.

Generación estimada de Biogás

Por medio de consultas con profesionales con experiencia en el tema se logró obtener los datos necesarios para hacer una estimación de la producción de biogás con la precisión necesaria para este proyecto:

$$\frac{m^3 \text{ biogas}}{\text{dia}} = N^{\circ} \text{cerdos} * \frac{m^3 \text{ efluentes}}{N^{\circ} \text{cerdos} * \text{dia}} * \% \frac{kg \text{ materia seca}}{m^3 \text{ efluentes}} * \% \text{ eficiencia de recolección} * \\ * \% \frac{kg \text{ solidos volatiles}}{kg \text{ materia seca}} * \frac{m^3 \text{ biogas}}{kg \text{ solidos volatiles}}$$

$$8000 \text{ cerdos} * 0.007 \frac{m^3 \text{ efluentes}}{\text{cerdos} * \text{dia}} * 0.06652 \frac{kg \text{ materia seca}}{m^3 \text{ efluentes}} \\ * 0.9 \text{ eficiencia de recolección} * 0.75 \frac{kg \text{ solidos volatiles}}{kg \text{ materia seca}} \\ * 400 \frac{m^3 \text{ biogas}}{kg \text{ solidos volatiles}} = 1005 \frac{m^3 \text{ biogas}}{\text{dia}}$$

Esta producción de biogás se consumirá en 24 horas de trabajo de la granja, este dato se tomará de referencia para los cálculos posteriores

Propiedades del biogás.

Para realizar estos cálculos se debe tener en cuenta la densidad del fluido en condiciones de presión y temperatura normales.

$$\rho_N \left(\frac{kg}{Nm^3} \right) = \%CH_4 * 0.72 + \%CH_2 * 1.95 + \%N_2 * 1.25 + \%H_2O_{vapor} * 1.05$$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 38 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

La composición del Nitrógeno y del vapor de agua es despreciable, por lo tanto:

$$\rho_N = 0.67 * 0.72 + 0.33 * 1.95$$

$$\rho_N = 1.13 \frac{kg}{Nm^3}$$

Considerando una temperatura de 38°C en el interior del digestor y una presión interna de 20 mbar, la densidad normalizada se transforma en densidad real mediante la ley de los gases ideales:

$$\rho = \rho_N * \frac{T_N}{T} * \frac{P}{P_N}$$

$$\rho = 1.13 \frac{kg}{Nm^3} * \frac{273 K}{311 K} * \frac{1.033 mbar}{1.013 mbar}$$

$$\rho = 1.01 \frac{kg}{m^3}$$

La viscosidad dinámica del biogás en condiciones normales de temperatura y presión es:

$$\mu_N = 1.28 * 10^{-5} \frac{kg}{m * s}$$

Tubería de alimentación de planta de gas (Lbg-01-EAB)

Siendo el caudal normalizado de biogás de $1005 \frac{m^3}{dia}$ se le aplica un factor a los fines del cálculo de un 25% más de caudal y asumiendo que este se consume las 16 horas diarias de operación de la granja, se tiene:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 39 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

$$Q_N = \frac{1005 \frac{m^3}{\text{día}} * 1.25}{16 \frac{h}{\text{día}}} = 78.5 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_N = 78.5 \frac{m^3}{h}$$

Diámetro económico de la tubería.

$$D = 18.8 * \sqrt{\frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right]}{v \left[\frac{m}{s} \right]}}$$

Dadas las bajas presiones en el digestor, se debe disminuir la pérdida de carga en tuberías de manera que el biogás logre llegar adecuadamente a la instalación de acondicionamiento y presurización de biogás. Por lo tanto, se adoptó una velocidad recomendada de 10 m/s en tramos largos.

$$D = 18.8 * \sqrt{\frac{78.5 \frac{m^3}{h}}{10 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 52.67mm$$

Se selecciona de tabla un tubo comercial de la marca PCS de polietileno (PE80) con las siguientes características:

- Diámetro nominal $D_n = 63mm$
- Espesor $e = 5.8mm$
- Diámetro interno $D_{int} = 51.4mm$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 40 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Tabla tubo Polytherm Gas

Polytherm GAS					
SDR	11		17,6		Rollos tiras
Diámetro ó nominal	Esp mm.	Peso g/m	Esp mm.	Peso g/m	Largo mts.
25	2,3	164,0			150
32	3,0	277,0			150
40	3,7	428,0			150
50	4,6	661,0			150
63	5,8	1044,0			150
90	8,2	2107,0			100
125	11,4	4045,0			12
180	16,4	8364,0	10,3	5486,0	12
250	22,7	16041,0			12

Se recalcula la velocidad de circulación:

$$v = \frac{78.5 \frac{m^3}{h}}{\left(\frac{51.4mm}{18.8}\right)^2}$$

$$v = 10.5 \frac{m}{s}$$

Pérdida de carga

Se verifica el régimen del fluido mediante el Numero de Reynolds, el cual debe cumplir con un régimen de flujo turbulento ($Re > 4000$)

$$Re = \frac{\rho * v * D_{int}}{\mu_N}$$

$$Re = \frac{1.05 \frac{kg}{m^3} * 10.5 \frac{m}{s} * 51.4mm * \frac{1m}{1000mm}}{1.28 * 10^{-5} \frac{kg}{m * s}}$$

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 41 de 141

$$Re = 44272 > 4000$$

La pérdida de carga se determina mediante la fórmula de Renouard lineal para tramos de baja presión (≤ 100 mbar):

$$\Delta P[\text{mbar}] = 23200 * \rho * L_e * Q^{1.82} * D_{int}^{-4.82}$$

Donde:

- ρ : Densidad del gas en $\frac{kg}{m^3}$
- L_e : Longitud equivalente del tramo en mm.
- Q : Caudal en $\frac{m^3}{h}$.
- D_{int} : Diámetro interior del caño en mm.

$$\Delta P = 23200 * 1.05 \frac{kg}{m^3} * 1m * \left(78.5 \frac{m^3}{h}\right)^{1.82} * (51.4mm)^{-4.82}$$

$$\Delta P = 0.39 \frac{mbar}{m}$$

Para compensar el efecto de la pérdida de carga de los accesorios y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación, la longitud real (L) incrementada en un 20%, denominándose longitud equivalente (L_e)

$$L_e = 1.2 * L$$

$$L_e = 1.2 * 10m$$

$$L_e = 12m$$

Entonces la pérdida de carga queda

$$\Delta P = 0.39 \frac{mbar}{m} * 12m$$

$$\Delta P = 4.7 \text{ mbar}$$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 42 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Tubería de interconexión de equipos (Lbg-02-EAB)

Para realizar la conexión de los equipos que conforman la planta de extracción y acondicionamiento de biogás, se utilizan la misma tubería de la marca PCS de polietileno (PE80).

- Diámetro nominal $D_n = 63mm$
- Espesor $e = 5.8mm$
- Diámetro interno $D_{int} = 51.4mm$

Tabla tubo Polytherm Gas					
Polytherm GAS					
SDR	11		17,6		Rollos tiras
Diámetro ó nominal	Esp mm.	Peso g/m	Esp mm.	Peso g/m	Largo mts.
25	2,3	164,0			150
32	3,0	277,0			150
40	3,7	428,0			150
50	4,6	661,0			150
63	5,8	1044,0			150
90	8,2	2107,0			100
125	11,4	4045,0			12
180	16,4	8364,0	10,3	5486,0	12
250	22,7	16041,0			12

Para compensar el efecto de la pérdida de carga de los accesorios y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación, la longitud real (L) incrementada en un 35% dado el gran número de accesorios que esta posee. Se tiene entonces, la longitud equivalente es:

$$L_e = 1.35 * L$$

$$L_e = 1.35 * 8m$$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 43 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

$$L_e = 10.8m$$

Entonces la pérdida de carga queda

$$\Delta P = 0.39 \frac{mbar}{m} * 10.8m$$

$$\Delta P = 4.21 mbar$$

Tubería de interconexión de equipos (Lbg-03-EAB)

Se utilizan la misma tubería de la marca PCS de polietileno (PE80) que en la línea (Lbg-02-EAB).

- Diámetro nominal $D_n = 63mm$
- Espesor $e = 5.8mm$
- Diámetro interno $D_{int} = 51.4mm$

Tubería de interconexión de equipos (Lbg-04-EAB)

Se utilizan la misma tubería de la marca PCS de polietileno (PE80) que en la línea Lbg-02-EAB.

- Diámetro nominal $D_n = 63mm$
- Espesor $e = 5.8mm$
- Diámetro interno $D_{int} = 51.4mm$

Tubería de alimentación de la antorcha (Lbg-07-EAB)

Diámetro económico de la tubería.

$$D = 18.8 * \sqrt{\frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right]}{v \left[\frac{m}{s} \right]}}$$

Para estos tramos se adopta una velocidad recomendada de $20 \frac{m}{s}$.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 44 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

$$D = 18.8 * \sqrt{\frac{78.5 \frac{m^3}{h}}{20 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 37.24 \text{ mm}$$

Se selecciona de tabla un tubo comercial de la marca PCS de polietileno (PE80) con las siguientes características:

- Diámetro nominal $D_n = 50\text{mm}$
- Espesor $e = 4.6\text{mm}$
- Diámetro interno $D_{int} = 40.8\text{mm}$

Polytherm GAS					
SDR	11		17,6		Rollos tiras
Diámetro ó nominal	Esp mm.	Peso g/m	Esp mm.	Peso g/m	Largo mts.
25	2,3	164,0			150
32	3,0	277,0			150
40	3,7	428,0			150
50	4.6	661,0			150
63	5,8	1044,0			150
90	8,2	2107,0			100
125	11,4	4045,0			12
180	16,4	8364,0	10,3	5486,0	12
250	22,7	16041,0			12

Se recalcula la velocidad de circulación:

$$v = \frac{78.5 \frac{m^3}{h}}{\left(\frac{40.8\text{mm}}{18.8}\right)^2}$$

$$v = 16.7 \frac{m}{s}$$

Pérdida de carga

Se verifica el régimen del fluido mediante el Numero de Reynolds, el cual debe cumplir con un régimen de flujo turbulento ($Re > 4000$)

$$Re = \frac{\rho * v * D_{int}}{\mu_N}$$

$$Re = \frac{1.05 \frac{kg}{m^3} * 16.7 \frac{m}{s} * 40.8mm * \frac{1m}{1000mm}}{1.28 * 10^{-5} \frac{kg}{m * s}}$$

$$Re = 55893 > 4000$$

La pérdida de carga se determina mediante la fórmula de Renouard lineal para tramos de baja presión (≤ 100 mbar):

$$\Delta P[mbar] = 23200 * \rho * L_e * Q^{1.82} * D_{int}^{-4.82}$$

Donde:

- ρ : Densidad del gas en $\frac{kg}{m^3}$
- L_e : Longitud equivalente del tramo en mm.
- Q : Caudal en $\frac{m^3}{h}$.
- D_{int} : Diámetro interior del caño en mm.

$$\Delta P = 23200 * 1.05 \frac{kg}{m^3} * 1m * \left(78.5 \frac{m^3}{h}\right)^{1.82} * (40.8mm)^{-4.82}$$

$$\Delta P = 1.18 \frac{mbar}{m}$$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 46 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Para compensar el efecto de la pérdida de carga de los accesorios y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación, la longitud real (L) incrementada en un 20%, denominándose longitud equivalente (L_e)

$$L_e = 1.2 * L$$

$$L_e = 1.2 * 10m$$

$$L_e = 12m$$

Entonces la pérdida de carga queda

$$\Delta P = 1.18 \frac{mbar}{m} * 12m$$

$$\Delta P = 14.16 mbar$$

Tubería de alimentación del motor-generator (Lbg-06-EAB)

Tiene la misma tubería que en la línea Lbg-06-EAB de características.

- Diámetro nominal $D_n = 50mm$
- Espesor $e = 4.6mm$
- Diámetro interno $D_{int} = 40.8mm$

Para compensar el efecto de la pérdida de carga de los accesorios y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación, la longitud real (L) incrementada en un 20%, denominándose longitud equivalente (L_e).

$$L_e = 1.2 * L$$

$$L_e = 1.2 * 5m$$

$$L_e = 6m$$

Entonces la pérdida de carga queda

$$\Delta P = 1.18 \frac{mbar}{m} * 6m$$

$$\Delta P = 7.08 mbar$$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 47 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Purificación del biogás

Deshumidificador (F-01-EAB-SB)

El biogás al momento de que sale del biodigestor se encuentra saturado con vapor de agua, el cual genera condensación dentro de la cañería.

Algunas de los inconvenientes que trae esta condensación son:

- Corrosión en tuberías: causadas por la presencia de H₂S y/o CO₂, los cuales se disuelven en el agua formando ácidos, que son altamente corrosivos.
- Disminución de la capacidad de transmisión de gas en las tuberías: el agua líquida puede depositarse en las partes bajas de las tuberías e incrementar la caída de presión y/o producir tapones de líquido. Además, la presencia de agua libre también ocasiona serios problemas en plantas de extracción de líquidos del gas y en equipos secundarios tales como intercambiadores de calor, compresores, instrumentos, etc.
- Formación de hidratos: los hidrocarburos de bajo peso molecular (metano, etano, propano e isobutano) y otros gases (nitrógeno, CO₂, H₂S), al combinarse con agua, en condiciones de alta presión y baja temperatura, pueden formar hidratos de gas, los cuales tienen una densidad media de 899,27 Kg/m³. Estos, obstruyen el paso de gas y ocasionan elevadas caídas de presión en las tuberías, ponen en riesgo la seguridad de las operaciones de producción y pueden ocasionar importantes pérdidas económicas.

Debido a esto, es necesario evacuar dicho fluido ya que con el tiempo puede impedir el flujo normal del biogás. Dicha humedad se extrae en dos etapas.

Primero se extrae el agua que condensa en la tubería desde el biodigestor hasta el sistema de filtrado, instalando la cañería con una pendiente mínima del 1% hacia el biodigestor para que evacúe el condensado nuevamente dentro del mismo. En caso de no poder hacer esto, se realizará la pendiente de la cañería hacia un recipiente

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 48 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

llamado trampa de condensado, donde éste se almacena y se extrae mediante una bomba con control automático de nivel.

Segundo, en el sistema de filtrado se coloca un deshumidificador o deshidratador, el cual captará las gotas de agua del biogás.



Fig-009-06: Deshidratador

Desulfurador (F-02-EAB-SB)

El sulfuro de hidrógeno (H_2S) siempre está presente en el biogás, pero las concentraciones varían según la materia prima. La concentración de sulfuro de hidrógeno en el biogás es una función del sustrato de alimentación del digestor y el contenido en sulfato inorgánico. En el purín la cantidad varía alcanzando las 700 ppm.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 49 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Los desechos con un alto contenido en proteínas con aminoácidos basados en azufre (metionina y cisteína) pueden influir significativamente en los niveles de sulfuro de hidrógeno en el biogás.

El sulfuro de hidrógeno que contiene el biogás provoca olores, corrosión y emisiones de azufre cuando el gas se quema. Para su utilización en la generación de energía eléctrica o térmica hace falta extraer este o disminuir la cantidad del mismo para garantizar los intervalos de mantenimiento y vida útil de los equipos, algunos de estos exigen una concentración no mayor a los 100 ppm para su correcto funcionamiento; otros casos que sea eliminado totalmente del gas. El justificativo de esto es que el sulfuro de hidrógeno combinado con el agua da como resultado ácido sulfhídrico que es muy corrosivo y afectará partes de las instalaciones.

Algunos de los métodos para el tratamiento son:

- ❖ Esponja de hierro,
- ❖ Granos de óxido de hierro,
- ❖ Carbón activado,
- ❖ Fregado hidráulico,
- ❖ Fregado con NaOH,
- ❖ Eliminación biológica en un lecho filtrante

El más utilizado es la absorción del H_2S a partir de las virutas o astillas de madera impregnadas con óxido de hierro. Para que las virutas sean efectivas actuando como filtro se las deben de tratar, debido a que si actúan directamente la reacción es muy lenta y parte del ácido sulfhídrico pasaría al resto de la instalación generando corrosión.

Para detectar si el equipo ya está saturado y debe regenerarse viruta, exponiéndola al aire, se puede utilizar un simple método cualitativo. Consiste en exponer un pequeño caudal de biogás sobre un papel de filtro humedecido con una solución de

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 50 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

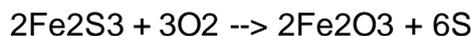
acetato de plomo. Si el biogás contiene ácido sulfhídrico (H_2S), el papel de filtro tomará un color marrón oscuro, debido al sulfuro de plomo que se forma tiene ese color.

La regeneración de la viruta se realiza exponiendo la misma al aire libre de 2 a 3 días

Una esponja de hierro, por ejemplo, está formada por virutas o astillas de madera impregnadas con óxido de hierro hidratado. Cuando se utiliza una esponja de hierro para purificar biogás y queda expuesta a H_2S y mercaptanos, producen más sulfuros de hierro y mercaptidos de hierro. Retirar H_2S con esponja de hierro provocará la formación de sulfuros de hierro:



Cuando la esponja de hierro gastada (sulfuro de hierro) se retira del sistema de purificación y queda expuesta al aire, puede reoxidizarse y dar lugar a óxido de hierro y azufre en estado puro mediante la siguiente reacción exotérmica:



Esta última reacción es exotérmica con calor que se genera espontáneamente, y puede producirse combustión.

Después de analizar las diferentes tecnologías, consultar con profesionales, marcas como Desotec, y parámetros como los costos de la materia prima que estos utilizan para la construcción del filtro (se construye de acero inoxidable para evitar la corrosión), la capacidad de adsorción, mano de obra, eliminación y transporte de los residuos.

Se optó por seleccionar un filtro construido en China el cual contiene 800kgs Fe_2O_3 de la marca Puxin.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 51 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------



Fig-010-06: Desulfurador

Para la regeneración del material que contiene el desulfurador, la cual se puede realizar una vez, el proveedor nos otorgó los pasos a seguir.

- Apaga el interruptor general fuera de la habitación y quita el desulfurador
- Abra el desulfurador y vierta todo el contenido lo antes posible.
- Regenera el antiguo, el camino es el siguiente: mantener el desulfurador usado en un ambiente fresco, sombrío y bien ventilado colócalo durante dos o cuatro días hasta que su color se convierta en marrón.
- Primero retira las migas, después de verter el material del desulfurador, solo queda el material granular.
- Verterlo en el suelo de hormigón o placa de hierro, no debe guardarlos en la placa de plástico, placa de madera u otra placa hecha por algunos materiales inflamables, de lo contrario podría causar fuego.

- No vuelva a colocar el material en migas en el desulfurador.
- Se puede regenerar solo una vez

Soplador (S-01-EAB-SB)

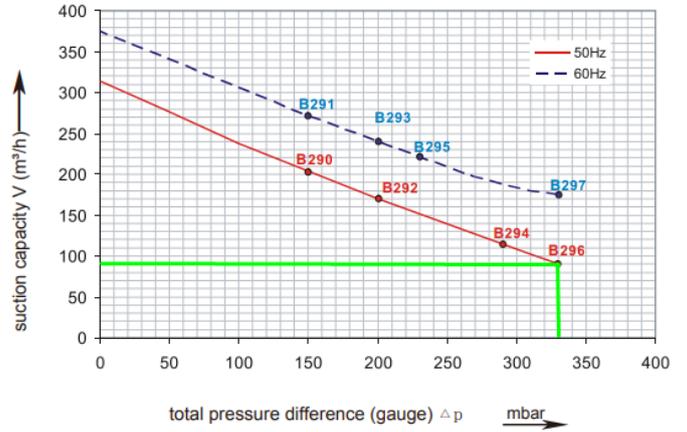
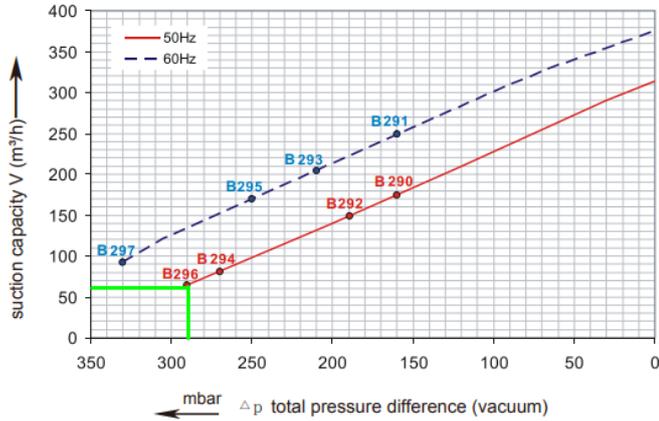
Para poder extraer el biogás es necesario un soplador. Este equipo genera depresión para succionar los gases del biogás, y sobrepresión para mandarlos al sector de consumo. El mismo para su selección debe vencer la pérdida de carga total que hay hasta el consumo, transporte, filtrado y la presión necesaria para quemarlo.

Este se seleccionó de la marca GREENCO, modelo G-2RB 710

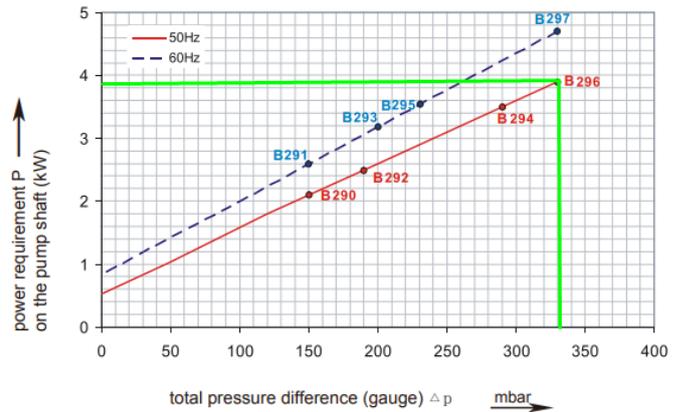
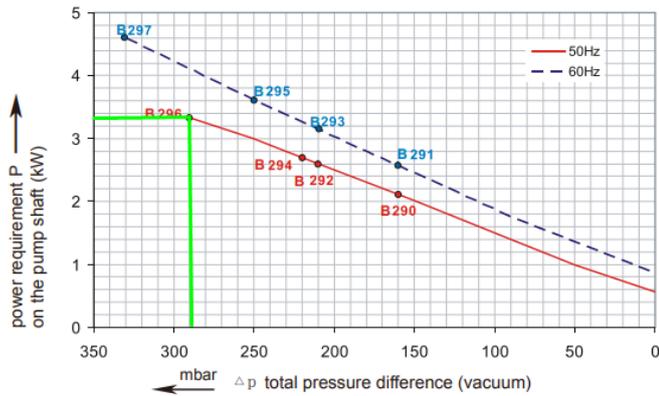


Fig-012-06: Soplador

Se selecciona el rodete B296, que es para un caudal de 90m³/h, elevando un ΔP de 300 mbar



Este soplador tiene una potencia del motor de 4 kW



Datos de la selección:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 54 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Selection and ordering data

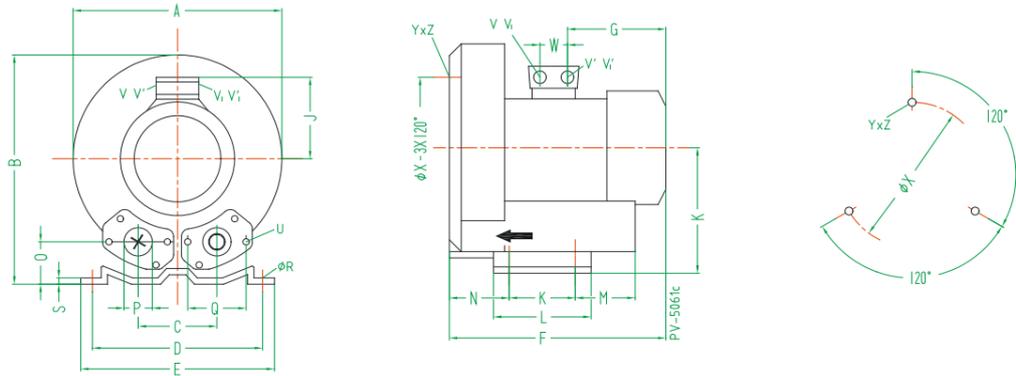
Type 2RB710

Curve No.	Order No.	Fre- quency Hz	Rated power kW	Input voltage V	Input current A	Permissible total differential pressure ²⁾ Vacuum mbar	Sound pressure level ³⁾	Weight ca. kg
-----------	-----------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--	------------------------------------	------------------

3~ 50/60 Hz IP55 isulation material class F 1)

A 290	2RB710-7BH06	50	1.6	200D ... 240D	345Y...415Y	8.5D	4.9Y	-160	150	69	27
A 291	2RB710-7BH06	60	2.1	220D ... 275D	380Y...480Y	8.8D	5.1Y	-160	150	72	27
A 292	2RB710-7BH16	50	2.2	200D ... 240D	345Y...415Y	9.7D	5.6Y	-210	200	69	30
A 293	2RB710-7BH16	60	2.55	220D ... 275D	380Y...480Y	10.3D	6.0Y	-210	200	72	30
A 294	2RB710-7BH26	50	3.0	200D ... 240D	345Y...415Y	12.5D	7.2Y	-270	290	69	36
A 295	2RB710-7BH26	60	3.45	220D ... 275D	380Y...480Y	12.6D	7.3Y	-250	230	72	36
A 296	2RB710-7BH37	50	4.0	345D ... 415D	600Y...720Y	9.0D	5.2Y	-290	330	69	40
A 297	2RB710-7BH37	60	4.6	380D ... 480D	660Y...720Y	9.0D	5.2Y	-330	330	72	40

2RB610
2RB630
2RB710
2RB730
2RB790



Acopio del biogás(Tk-01-BIO-SB)

Primero antes de proyectar el diseño de este, debemos analizar si es rentable llevarlo a cabo. Hay dos cosas básicas que se necesitan para esto, filtrar el CO₂ y comprimir el biogás.

Comenzamos con ver la potencia requerida para comprimir este.

Buscando compresores de gas tenemos que tanto para alta presión hasta 300 bares o baja, para alrededor de 13 bares, demandan una potencia que va entre (11-18) kW, esta potencia es un gran porcentaje de la generada en el biodigestor (15,3 - 25) %.

También se tiene que tener en cuenta el depósito, en el caso del compresor de baja presión para acumular el biogás de un día por ejemplo se tiene que disponer de un

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 55 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

recipiente a presión de más de 70 m³ y en caso contrario del compresor de alta presión se debe construir un recipiente con mayores solicitaciones debido a la presión que poseerá este.

Analizando que nosotros queríamos en primera instancia abastecer la demanda de energía de la granja y que el requerimiento de acopio sería necesario solo en momentos remotos, como cuando se le está haciendo reparaciones al motor generador o algún tipo de mantenimiento por el que no se pueda generar energía eléctrica. Por esto se decidió por no acopiar y en el caso que si lo requiera solo quemarlo en la antorcha para disminuir la contaminación producida a la atmósfera.

Caudalímetro (Q-01-EAB-SB)

La medición de la producción de biogás tiene doble función, primero la cantidad de biogás generado es un indicador directo de la eficiencia de la reacción anaeróbica. Puesto que para un volumen de efluente de carga constante se puede determinar el potencial de biogás que se genera, lo que puede ser contrastado con las mediciones del caudalímetro. En segundo lugar, concierne a lo económico, pues la medición del caudal es necesaria para calcular el retorno de la inversión.



Fig-013-06: Caudalímetro

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 56 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Antorcha (An-01-EAB-SB)

La antorcha debe quemar el gas producido en exceso, no utilizado o en caso de paradas del generador.

Los objetivos principales de la antorcha son la liberación de gas en situaciones de emergencia y quemar de forma segura y controlada estos gases no utilizables, evitando su emisión directa a la atmósfera, ya que el metano contamina 40 veces más la atmósfera que el dióxido de carbono.

Para cumplir con los objetivos anteriormente nombrados se selecciona una antorcha quemadora de gas abierta de la marca ZORG BIOGÁS. Referencia bibliográfica 19



Fig-014-06: Antorcha

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 57 de 141

Arrestallama (Ar-01-EAB-SB)

En la tubería aguas arriba del soplador se instala un arrestallama apropiado para gases con alto contenido de metano, el cual tiene las siguientes funciones:

- Permitir el paso del gas en condiciones normales de operación
- Detener y extinguir cualquier frente de llama que se propague a través de la mezcla de gas/aire inflamable.

Al detener las llamas, se protege a los equipos ubicados en la tubería, de los daños catastróficos que puede provocar una ignición no controlada.

Se selecciona un arrestallama de la marca Enardo serie 7 con las siguientes características.

- Flujo máximo.
- Menos caída de presión.
- Limpieza fácil.
- Menos obstrucción.
- Menos mantenimiento.
- Diseño de elemento único.
- Las piezas recubiertas de fluoropolímero proporcionan resistencia excepcional a la corrosión y a los agentes químicos.
- Celda de llama de fácil acceso y extracción para facilitar la inspección y el mantenimiento.
- Diseño bidireccional.
- Sonda de temperatura estándar en los modelos EN.
- Disponible con bridas ANSI, DIN y JIS.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 58 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Carcasas de acero al carbón y acero inoxidable

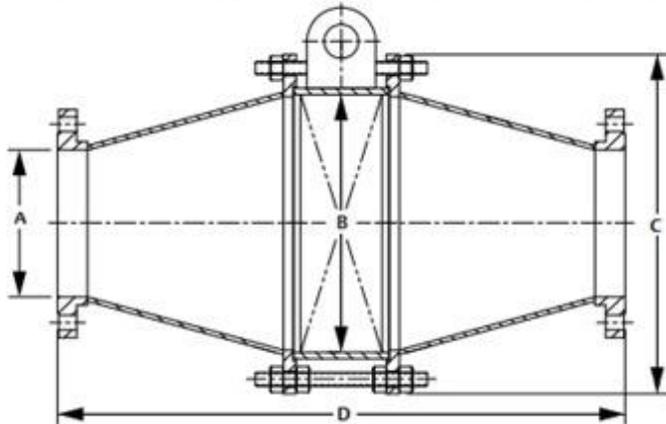


Figura 3. Dimensiones del apagallamas Enardo™ Serie 7 estándar

Fig-038-06: Arrestallama

Tabla 2. Dimensiones del apagallamas Enardo Serie 7 estándar⁽¹⁾

MODELO	A (TAMAÑO DE CONEXIÓN NOMINAL)		B (TAMAÑO DE CARCASA)		C (DIÁMETRO EXTERNO)		D (LONGITUD GENERAL)		PESO APROXIMADO (MODELOS DEL GRUPO D)	
	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	kg	lb
Enardo 70401	25	1	100	4	197	7,75	397	15,63	27	60
Enardo 70402	50	2	100	4	197	7,75	387	15,25	29	63
Enardo 70602	50	2	150	6	260	10,25	406	16	30	66
Enardo 70802	50	2	200	8	305	12	406	16	38,6	85
Enardo 70603	75	3	150	6	260	10,25	406	16	31,8	70
Enardo 70803	75	3	200	8	305	12	406	16	40,8	90
Enardo 70804	100	4	200	8	305	12	406	16	43,1	95
Enardo 71006	150	6	250	10	356	14	533	21	61,2	135
Enardo 71206	150	6	300	12	406	16	533	21	74,8	165
Enardo 71408	200	8	350	14	457	18	635	25	102,1	225
Enardo 71608	200	8	400	16	508	20	838	33	122,5	270
Enardo 71810	250	10	450	18	559	22	762	30	152,0	335
Enardo 72010	250	10	500	20	610	24	965	38	181,4	400
Enardo 72212	300	12	550	22	660	26	863	34	216	477
Enardo 72412	300	12	600	24	737	29	1041	41	268	590

1. 14 pulgadas a 36 pulgadas y superior – Dimensiones disponibles a solicitud. Las dimensiones pueden variar en relación con las indicadas previamente. Se debe permitir una tolerancia de ± 25 mm / 1,00 pulg. Dimensiones específicas disponibles a solicitud.

Ingeniería Hidráulica.

Cañería de recirculación de efluente

Para el cálculo de esta se tienen los siguientes datos los cuales fueron adoptados por ser los más desfavorables ya que serían los del efluente que proviene de la granja

Temperatura del efluente: 25 °C

Distancia de bombeo en tramos rectos: 61 m

Caudal volumétrico: 120 m³/h

Densidad a 25 °C: 1040 kg/m³

Viscosidad a 25 °C: 1x10⁻³ kg/m*s

Tubería descarga (Lx-02-BIO) de la bomba de recirculado

$$D_{ec} = 18.82 * \sqrt{\frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right]}{v \left[\frac{m}{s} \right]}}$$

$$D_{ec} = 18.82 * \sqrt{\frac{120 \left[\frac{m^3}{h} \right]}{1,6 \left[\frac{m}{s} \right]}} = 111,34 \text{ mm}$$

Adoptamos un diámetro de 110 mm y recalculamos la velocidad con la misma fórmula, y la misma nos da 1,63 m/s, por lo tanto, verifica.

Se selecciona una cañería de la marca Polytherm PN 4 con resina PE 80 de agua y drenaje.

Diámetro nominal: 110 mm

Espesor: 3,4 mm.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 60 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Tabla tubos de Polytherm agua y drenaje

PN con resina PE 80	PN 4		PN 5		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12,5		PN 16		Datos
PN con resina PE 100	PN 5		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12,5		PN 16		PN 20		Rollos tiras
SDR	33		26		21		17		13,6		11		9		
Diámetro nominal	Esp mm.	Peso g/m	Largo mts.												
20	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	108,6	1,9	113,4	2,3	134,3	150
25	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	172,5	2,3	172,5	2,8	201,8	150
32	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	281,3	3,0	281,3	3,6	330,0	150
40	-	-	-	-	2,0	250,5	-	-	3,0	359,8	3,7	433,8	4,5	513,7	150
50	-	-	-	-	2,4	377,7	3,0	457,0	3,7	553,8	4,6	671,3	5,6	800,5	150
63	-	-	-	-	3,0	584,6	3,8	727,0	4,7	889,0	5,8	1067,9	7,1	1275,0	150
75	-	-	-	-	3,6	834,9	4,5	1024,4	5,6	1256,1	6,8	1497,3	8,4	1797,5	100
90	-	-	-	-	4,3	1194,9	5,4	1482,2	6,7	1806,5	8,2	2162,7	10,1	2596,6	100
110	3,4	1183,9	4,2	1444,3	5,3	1789,6	6,6	2199,4	8,1	2667,2	10,0	3212,3	12,3	3860,0	12
125	3,9	1527,2	4,8	1875,3	5,7	2199,0	7,4	2817,8	9,2	3430,6	11,4	4173,7	14,0	4982,7	12
140	4,3	1894,5	5,4	2362,4	6,7	2897,3	8,3	3531,0	10,3	4307,7	12,7	5209,8	15,7	6264,4	12
160	4,9	2467,9	6,2	3091,6	7,7	3790,1	9,5	4620,5	11,8	5631,6	14,6	6820,6	17,9	8303,7	12
180	5,5	3116,8	6,9	3869,1	8,6	4753,9	10,7	5856,3	13,3	7132,7	16,4	8778,3	20,1	10506,0	12
200	6,2	3897,7	7,7	4788,6	9,6	5907,7	11,9	7212,1	14,7	8785,5	18,2	10836,8	22,4	12989,8	12
225	6,9	4878,2	8,6	6006,9	10,8	7481,6	13,4	9158,4	16,6	11358,7	20,5	13717,0	25,2	16455,0	12
250	7,7	6037,4	9,6	7465,0	11,9	9138,0	14,8	11236,0	18,4	13972,4	22,7	16902,4	27,9	20239,7	12
280	8,6	7537,5	10,7	9331,9	13,4	11549,3	16,6	14378,4	20,6	17546,0	25,4	21173,5	31,3	25435,5	12
315	9,7	9578,1	12,1	11859,4	15,0	14526,4	18,7	18212,8	23,2	22221,1	28,6	26844,6	35,2	32191,1	12

Tubería de aspiración (Lx-03-BIO) de la bomba de recirculado

Se realiza igual que con la tubería de descarga y se seleccionó de la misma marca una tubería de un diámetro de 180 mm con espesor de 5,5 mm y una velocidad de 0,61 m/s.

Bomba de recirculado de efluente (P-01-BIO-SH)

Se toma el efluente que está al final y al medio de la laguna, dos extracciones, y se descargara en la entrada del efluente a la misma, para que este cuando ingrese se vaya mezclando con el efluente que ya está activo dentro de la laguna, favoreciendo el proceso anaeróbico. Esto se realiza ya que el purín de cerdo contiene mucha fibra y tiende a depositarse desfavoreciendo la producción de biogás.

Este proceso se debe realizar a diario con un volumen de alrededor del 20% de la laguna.

El 20% del volumen de la laguna es 560 m3 diarios, con esto procedemos a aplicar Bernoulli para obtener el trabajo que hará la bomba.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 61 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

$$\frac{P_1}{\rho} + Z_1 * g_c + \frac{V_1^2}{2 * g_c} + W_b = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 * g_c + \frac{V_2^2}{2 * g_c} + H_{f1-2}$$

Se toma como hipótesis que:

Las presiones y densidades son iguales.

Velocidad de entrada es nula

Velocidad de salida: 1,64 m/s

Z aspiración: - 1 m

Z de descarga: 0 m

Nos queda:

~~$$\frac{P_1}{\rho} + Z_1 * g_c + \frac{V_1^2}{2 * g_c} + W_b = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 * g_c + \frac{V_2^2}{2 * g_c} + H_{f1-2}$$~~

Calculo de la perdida de carga aspiración

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho * \phi * v}{\mu}$$

Siendo:

ρ : densidad del fluido, es 1040 Kg/m³

ϕ : diámetro interior de la cañería

v : velocidad

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 62 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

$$Re = \frac{1040 \frac{Kg}{m^3} * 0,103m * 0,61 \frac{m}{s^2}}{1 \times 10^{-3} kg * s/m^2} =$$

$$Re = 1176572,21$$

Rugosidad relativa

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varnothing}$$

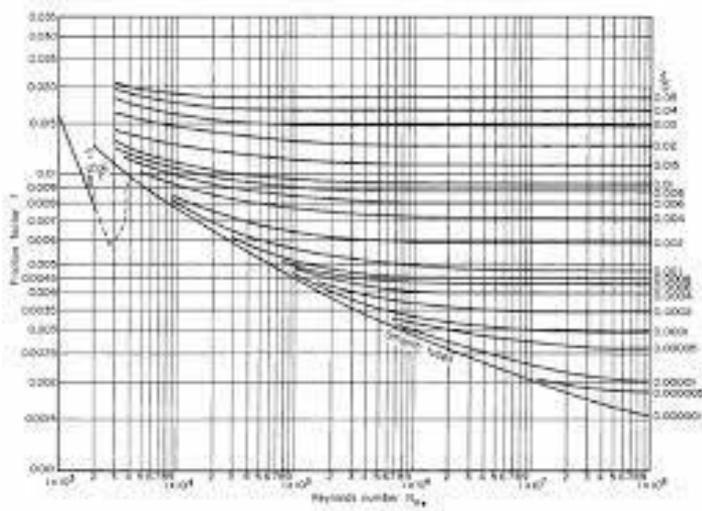
ε : es la rugosidad de las cañerías de PVC o PE es de 0,0015 mm.

\varnothing : el diámetro interior de la cañería lo obtuvimos anteriormente es igual a 103,2 mm.

$$\varepsilon_r = 1,45349$$

Con la rugosidad relativa y el número de Reynolds vamos al diagrama de Moody y obtenemos el factor de fricción.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 63 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------



Nos da un valor de fricción F de 0,008.

La fórmula de la pérdida de carga es

$$h_{f \text{ asp}} = \frac{F * Leq * v^2}{2 * g_c * \phi i}$$

Leq: es el largo equivalente del tramo de tubería de aspiración

$$Leq = (1 Tee + 1 válvula globo + 2 codos + 22 m de cañería) de 180mm = 68,5 m$$

gc es la fuerza de la gravedad

$$h_{f \text{ asp}} = \frac{0,008 * 68,5m * 0,61^2}{2 * 9,8 \frac{m}{s^2} * 0,103} = 0,17m$$

Realizamos el mismo procedimiento con la descarga y se obtuvo

Tab-001-06-Bio: Hf descarga de recirculado

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 64 de 141

Q (m ³ /h)	Densidad Kg/m ³	Diámetro i (m)	Vel. Final (m)	Reynolds	F	Largo total (m)	hf (m)
56	1040	0,169	1,63923	1923850,06	0,008	88,5	1,926

Ahora con los datos de la aspiración y la descarga procedemos a calcular el trabajo de la bomba.

$$W_b = \frac{V_2^2}{2 * g_c} + H_{f1-2} - Z_1 * g_c$$

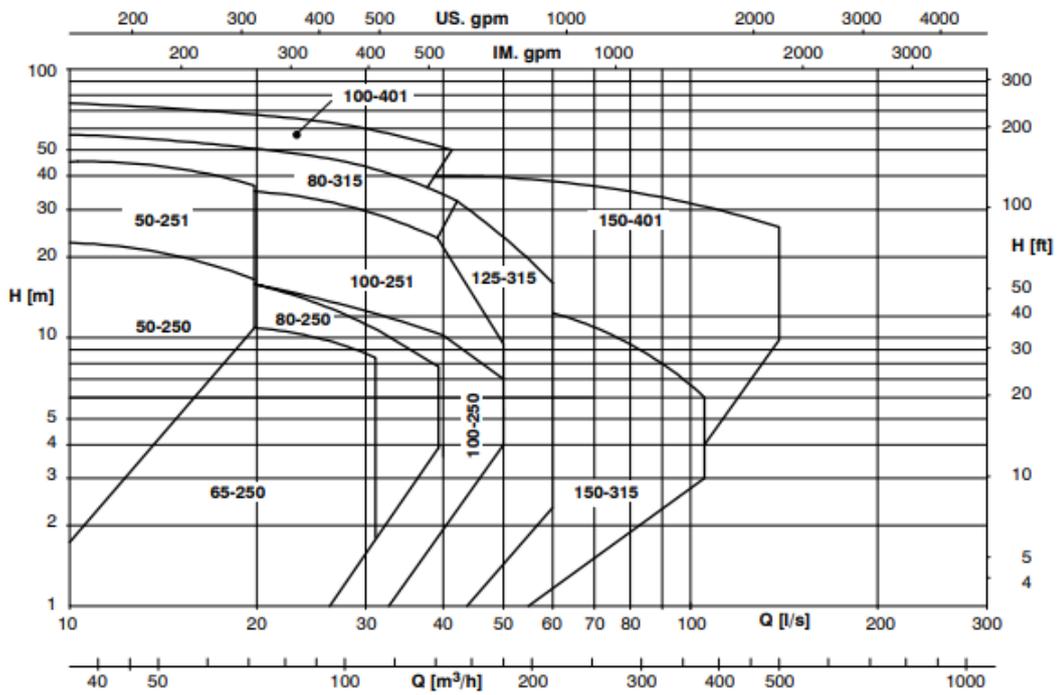
H_{f1-2} : este va a ser igual a la suma de la perdida de la aspiración mas descarga

$$W_b = \frac{\left(1,64 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,8 \frac{m}{s^2}} + (1,926 + 0,1704)m - (-1)m = 3,23 m$$

Se selecciona una bomba marca KSB modelo Sewabloc para aguas residuales en la que el catalogo recomienda el rodete F, ya que este es para líquidos de bombeo con partículas sólidas y mezclas acumulativas, así como burbujas de gas y de aire.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 65 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Gama de velocidades para rodete F



De la anterior tabla seleccionamos el modelo 50-250 el cual cumple con nuestras necesidades. El catálogo nos proporciona datos técnicos del tipo de rodete los cuales se anexan debajo.

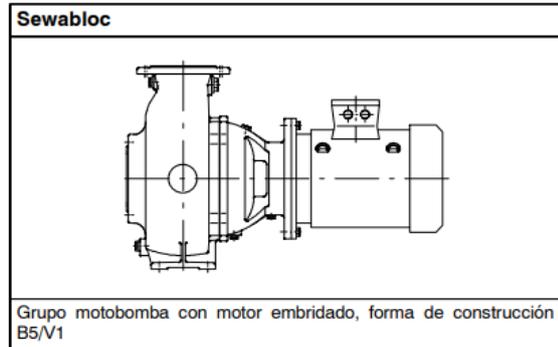
Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 66 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Datos técnicos

Rodete F

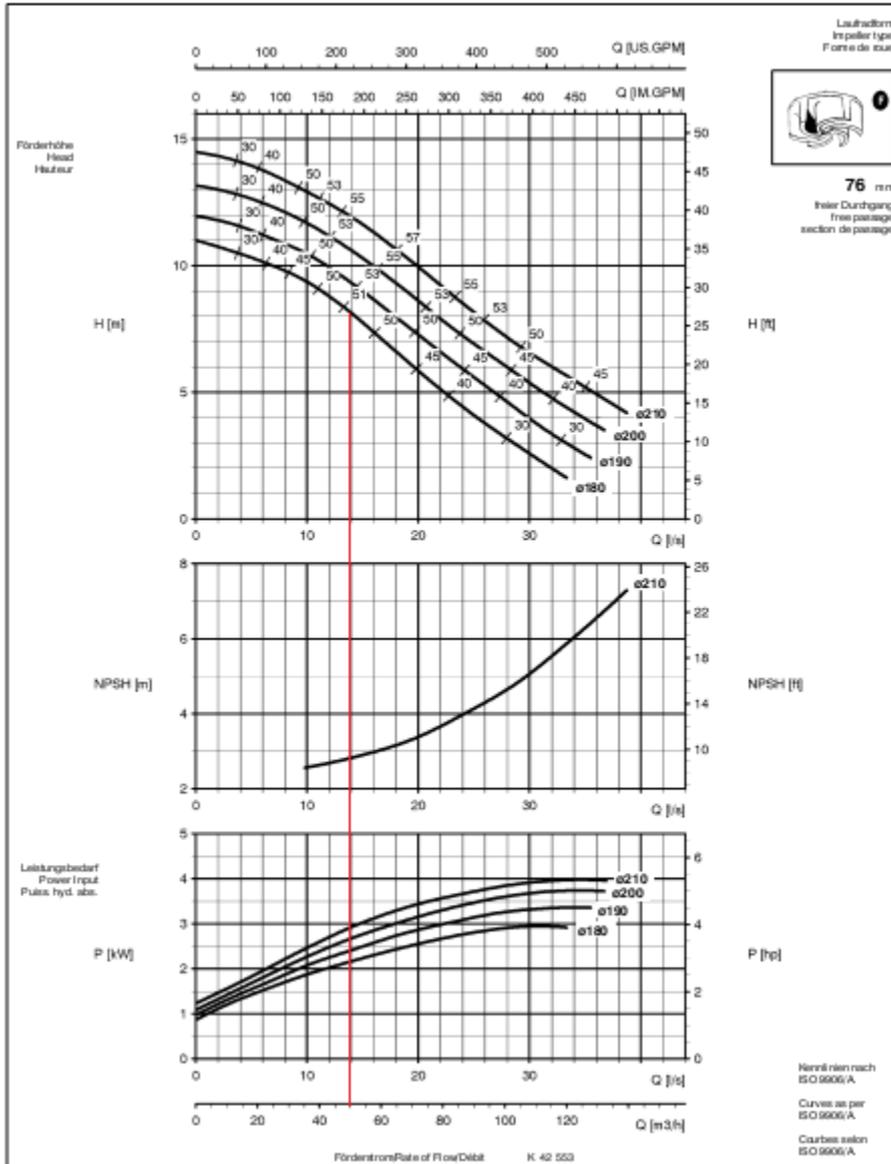
Tamaño de bomba	Soporte de cojinetes		Boca de aspiración	Boca de impulsión	Datos de bomba							Rodete F						
	Sewatec	Sewabloc			Constante del resorte de torsión	Cojinete			Cierre del eje		Presión límite	Orificio de limpieza-Ø		Pasaje libre máximo	Ø máx. de rodete	Ø mín. de rodete	Momento de inercia J con agua	
						Lado bomba	Lado motor		Empaquetadura	Cierre mecánico		Carcasa	Manguito intermedio					
			[Nm/rueda]							[bar]	[bar]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kgm ²]		
050-250	S01	--	65	50	13.000	1x6307	--	1x6307	--	Std	10	15	--	80	25	200	150	0,273
050-250	--	B01			13.000	1x6307	--	--	--	Std								
050-251	S02	--	65	50	50.000	1x6311	--	1x6311	--	Std	10	15	--	80	25	190	150	0,273
050-251	--	B02			50.000	1x6311	--	--	--	Std								
065-250	S01	--	80	65	13.000	1x6307	--	1x6307	--	Std	6	9	--	80	65	210	170	0,273
065-250	--	B01			13.000	1x6307	--	--	--	Std								
080-250	S01	--	100	80	13.000	1x6307	--	1x6307	--	Std	6	9	--	120	76	210/250	150	0,949
080-250	--	B01			13.000	1x6307	--	--	--	Std								
080-315	S03	--	100	80	80.000	1x6314	--	1x6314	--	Std	10	15	--	120	76	250	150	1,187
080-315	S05	--			220.000	--	1xNU313	2x7314B-MUA	--	Std								
080-315	--	B03			80.000	1x6314	--	--	--	Std								
100-250	S01	--	100	100	50.000	1x6311	--	1x6311	--	Std	6	9	118	120	100	210/265	170	1,187
100-250	--	B01			50.000	1x6311	--	--	--	Std			D=100					
100-251	S02	--	100	100	50.000	1x6311	--	1x6311	--	Std	6	9	118	120	100	265	249	1,187
100-251	--	B02	D=150		50.000	1x6311	--	--	--	Std								
100-401	S04	--	125	100	190.000	1x6314	--	1x6314	--	Std	10	15	120	120	100	390	325	4,746
100-401	S05	--			220.000	--	1xNU313	2x7315BG8	option	Std								
125-315	S03	--	125	125	80.000	1x6314	--	1x6314	--	Std	6	9	118	120	120	300	240	2,136
125-315	--	B03			80.000	1x6314	--	--	--	Std								
150-315	S03	--	150	150	80.000	1x6314	--	1x6314	--	Std	6	9	118	150	120	290	250	2,136
150-315	--	B03			80.000	1x6314	--	--	--	Std								
150-401	S04	--	150	150	190.000	1x6314	--	1x6314	--	Std	10	15	120	200	135	390	325	0,475
150-401	S05	--	D=250		220.000	--	1xNU313	2x7315BG8	option	Std								
150-401	S06	--			370.000	--	1xNU416	2x7319BUA	option	Std								

Tipos de instalación (selección)



Sewatec/Sewabloc F 80-250

1450 1/min



Para nuestro requerimiento el rodete de 180 mm nos alcanzaría, en la tabla se coloca el NPSH requerido para el mayo es cual es cercano a 3 m, utilizaremos este para la posterior verificación del mismo.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 68 de 141

Verificación del NPSH requerido por la bomba.

$$NPSH_{disponible} = \frac{P_0 - P_v}{\rho * g} - h_f - \Delta_h$$

P_0 : presión en el nivel de aspiración,

Se adopta la presión atmosférica por ser caso mas desfavorable

P_v : presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo.

Se toma a 25 °C, aprox. la del efluente que sale de la granja

h_f : pérdida de carga en la aspiración, 0,17 m.

Δ_h : altura geodesica, 1 m.

$$NPSH_{disponible} = \frac{101325 \text{ Pa} - 3169,9 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} - 0,17 \text{ m} - 1 \text{ m} = 10,01 \text{ m}$$

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerido} + 0,5 \text{ m para asegurar la no cavitación}$$

$$10,01 \text{ m} > 3,5 \text{ m}$$

El catálogo de KSB nos recomienda que se tenga un 30% de reserva de potencia, mínimo 1kW, para bombas de hasta 7,5 kW. En la gráfica de la potencia requerida por la bomba se ve que no llega a 2,2 kW, sumando lo que nos dice el fabricante nos da 3,3 kW por lo que elegimos el motor 112L de 4 kW que se ve en la siguiente tabla.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 69 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Potencia del motor

Se utilizan motores eléctricos estándar, forma de construcción B3 o B5/V1.

Tamaños de motor		100 L	112 M	132 S	132 M	160 M	160 L	180 M	180 L	200 L	225 S	225 M	250 M	280 S	280 M
Potencia del motor ¹⁾ según IEC IP 55 [kW]	2 polos 2900 r.p.m.	3	4	5,5 7,5	--	11 15	18,5	22	--	30 37	--	45	55	75	90
	4 polos 1450 r.p.m.	2,2 3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
	6 polos 960 r.p.m.	1,5	2,2	3	4 5,5	7,5	11	--	15	18,5 22	--	30	37	45	55
	8 polos 750 r.p.m.	0,75 1,1	1,5	2,2	3	4 5,5	7,5	--	11	15	18,5	22	30	37	45

Aislación de la tubería

Para aislar la tubería expuesta a la intemperie se selecciona el siguiente aislante el cual es anti UV, ignífugo y termoaislante.

COVERTHOR XT	Código	Ø Nom. tubería		Espesor
		Pulg.	mm	
	3600	3/8	16	10
	3601	1/2	20	10
	3602	3/4	25	10
	3603	1	32	10
	3604	1 1/4	40	10
	3605	1 1/2	50	10
	3606	2	63	10
	3607	2 1/2	75	10
	3608	3	90	10
	3609	4	110	10

Para la descarga se selecciona el de 110 mm y para la aspiración el de 63 mm, cortándose y disponiendo como dos medias cañas, una arriba y otra abajo; unidas por una cinta autoadhesiva. Por esto se tendrá que seleccionar el doble de distancia para suplir la total cobertura de la tubería de 180 mm.

Marca: Coberthor

Para la descarga código:3609

Para la aspiración código:3606 el total de la distancia por duplicado.

Selección de cinta autoadhesiva termoaislante

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 70 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Código	Características
2060	Rollo de 4cm x 10m Band
2061	Rollo de 4cm x 7m Band XT



Marca: Saladillo

Código: 2060

Bomba de riego (P-03-UDR-SH).

En la actualidad la granja posee una bomba con su respectiva cañería, con la función de utilizar los efluentes de la laguna aeróbica, para el riego agrícola que existen en las proximidades de esta para la alimentación de los cerdos.

Intercambiador de calor (Ic-01-BIO-SF)

Para la elegir como realizar la calefacción de la laguna se nos plantearon varias incertidumbres y posibilidades. Entre las posibilidades estaban realizar la calefacción circulando agua por dentro del biodigestor, como lo es la calefacción de loza radiante, para el cual se necesita de una bomba de agua además de los accesorios, mangueras, caños, colector entre otras cosas.

La otra opción era colocar un intercambiador de calor de casco y tubos donde haríamos circular el efluente dentro de los tubos y el agua caliente por fuera. Esta demandaba de dos bombas, la de agua y una para aguas residuales como la de recirculado, que en caso de que fallé una nos quedamos sin calefaccionar la laguna hasta su reparación; más un intercambiador el cual se le tiene que hacer una limpieza periódicamente.

Como nuestro calor a transferir era solo el de refrigeración del motor, optamos por elegir el primer sistema ya que es el más económico y por los cálculos que se verán,

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 71 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

el calor que se necesita transferir no es demasiado, además de su simplicidad y por lo que averiguamos es algo que se está usando para lagunas como la de nuestro proyecto.

Del catálogo del generador seleccionado y por los profesionales consultados sabemos que si generamos 72 kW/h de energía eléctrica estaremos generando la misma cantidad en kW térmico, lo cual nos sirve para hacer un cálculo del calor que va a absorber el agua de refrigeración, este será el mismo para la calefacción de la laguna anaeróbica para mantener la temperatura de la misma para la correcta descomposición del purín. Para dicho cálculo se estimará que el 40% del calor generado será transmitido al agua del radiador.

$$Q \left(\frac{kCal}{h} \right) * \eta = \dot{m} \left(\frac{kg}{h} \right) * Cp \left(\frac{kCal}{^{\circ}C * kg} \right) * \Delta t (^{\circ}C)$$

Q: Es el calor generado

\dot{m} : es el flujo másico de agua, 410 kg/h. Tomaremos que el flujo total de agua circulara en una hora.

Cp: cantidad calor que se necesita para variar un grado, en el caso del agua es la unidad.

Delta de temperatura, es la temperatura final que tendrá el agua, para la temperatura inicial tomaremos la temperatura promedio de la zona que es de 19°C.

Si pasamos los 72 kW térmicos a Kcal tenemos 61290 kcal, reemplazamos

η : igual a 45%

$$61290 \left(\frac{kCal}{h} \right) * 45\% = 410 \left(\frac{kg}{h} \right) * 1 \left(\frac{kCal}{^{\circ}C * kg} \right) * (tf - 19)(^{\circ}C)$$

$$tf = 86,26^{\circ}C$$

Calor requerido por el efluente.

$$Q \left(\frac{kCal}{h} \right) = \dot{m} \left(\frac{kg}{h} \right) * Cp \left(\frac{kCal}{^{\circ}C * kg} \right) * \Delta t (^{\circ}C)$$

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 72 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Cp: tomaremos el del agua, igual a 1

m: el flujo de efluente que ingresa por día es de 56000 litros, o 56000 Kg.

Ti: la temperatura del efluente que viene de la granja se tomará a 20°C.

Tf: es la temperatura que queremos mantener dentro del biodigestor, 38°C.

$$Q \left(\frac{kCal}{día} \right) = 56000 \left(\frac{kg}{día} \right) * 1 \left(\frac{kCal}{°C * kg} \right) * (38 - 20)(°C)$$

$$Q = 1008000 \left(\frac{kCal}{día} \right) = 42000 \frac{kCal}{h}$$

Calor absorbido por irradiación solar

Para el cálculo de este se tomó como valor de referencia el mes de junio, ya que es el menor. De la referencia bibliográfica 21, se obtuvo la siguiente imagen con los datos referidos a la zona geográfica en estudio.

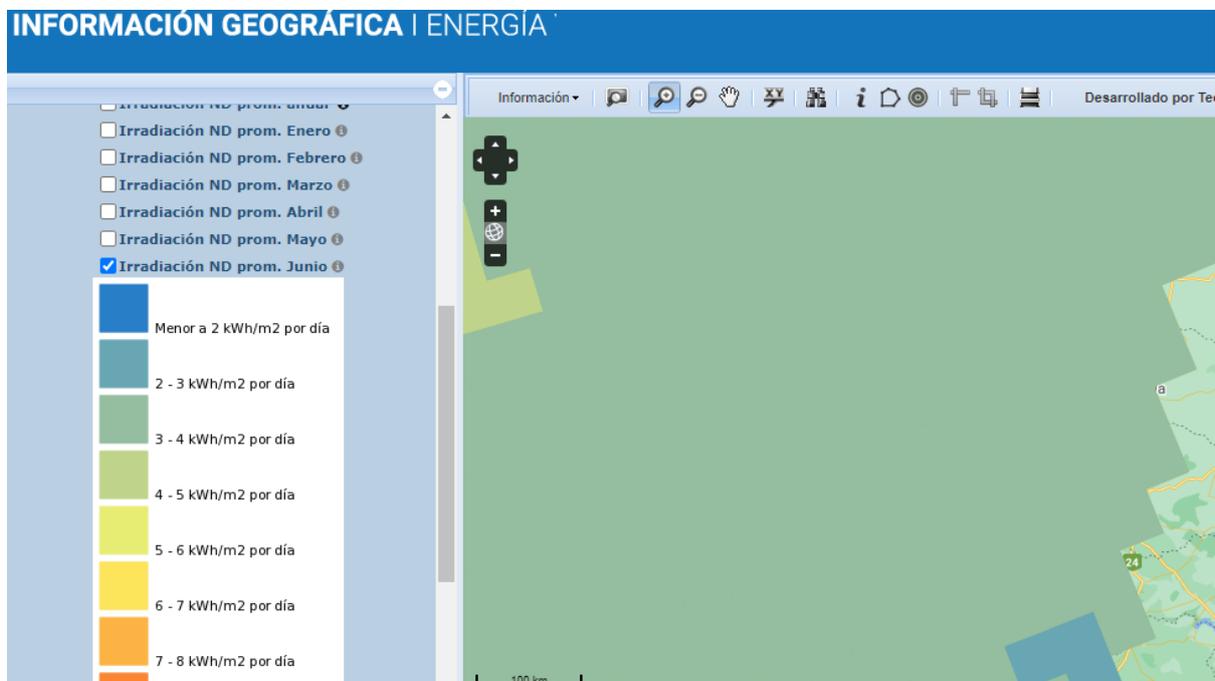


Fig-015-06: Irradiación solar

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 73 de 141

Como se ve en nuestra zona tenemos entre 3-4kWh/m²*día

Hacemos la cuenta y tenemos que:

$$Q = \text{área} * \text{Irradiancia} * \eta$$

Tomando 3kWh/m²*día

Área del biodigestor es de 2000 m²

η : Este rendimiento se tomará del 50%, quiere decir se toma como que el 50% del calor absorbido llega al efluente.

$$Q = 2000\text{m}^2 * 3 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 * \text{día}} \right) * 50\% = 3000 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

$$Q = 3000 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} = 2580000 \frac{\text{kCal}}{\text{día}}$$

Haciendo la sumatoria de calor se tiene:

Al calor requerido para elevar la temperatura del efluente a la temperatura deseada se le sumará el doble a modo de cálculo rápido para tener en cuenta las pérdidas en la laguna y de transmisión de calor.

$$Q_{req} = Q_{perdidas} + Q_{efluente} - Q_{irr} =$$

$$Q_{req} = 2 * 1008000 \left(\frac{\text{kCal}}{\text{día}} \right) + 1008000 - 2580000 \frac{\text{kCal}}{\text{día}}$$

$$Q_{req} = 444000 \frac{\text{kCal}}{\text{día}} = 18500 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}$$

Antes se nombró el calor que se obtendría en el agua de refrigeración del motor, el mismo calor que calefaccionará el biodigestor, esta era:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 74 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

$$Q_{ref} = 61290 \left(\frac{kCal}{h} \right) * 45\% = 27580,5 \frac{kCal}{h}$$

Como sabemos todo este calor tendrá perdidas en el transporte, por lo que este calor se verá reducido en aproximadamente un 25%, con lo que se tiene:

$$Q_{calef} = 20685,37 \frac{kCal}{h}$$

Ahora procedemos a calcular cuánto tiempo al día la calefacción tendrá que estar funcionando:

$$\frac{Q_{req}}{Q_{calef}} = \frac{444000 \frac{kCal}{día}}{20685,37 \frac{kCal}{h}} = 21,5 \text{ h/día}$$

Como se analizó, esto será en los casos de temporada de invierno y en los más desfavorables, el resto del año la bomba estará encendida menos horas al día.

El sistema de intercambio de calor está compuesto por:

Serpentina:

Se dispondrá de una Tubería de marca Hidroflex de polietileno reticulado (PEX)

Tuberías Hidroflex PEX			
	Código	Ø (mm)	Un. x paq.
	1501	16	rollo 120 m
	1504	16	rollo 240 m
	1502	20	rollo 120 m
	1505	20	rollo 200 m
	1507	20	rollo 240 m
	1508	20	rollo 400 m
	1503	25	rollo 50 m

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 75 de 141

Se seleccionan 4 rollos de 50 m.

Diámetro: 25 mm

Código: 1503

Se seleccionó un colector donde se conectará la tubería PEX la cual incluye:

Barrales de poliamida de 1" con válvulas micrométricas.

1 llave de vaciado

1 purgador automático

Dos válvulas esféricas

Dos termómetros

Adaptadores de 20 mm para la tubería seleccionado.

Modelo Standard Poliamida AR				
	Código		Caract.	Un. x paq.
	Ø16mm	Ø20mm		
	1972	1732	2 salidas	1
	1973	1733	3 salidas	1
	1974	1734	4 salidas	1
	1975	1735	5 salidas	1
	1976	1736	6 salidas	1
	1977	1737	7 salidas	1

Código: 1734

Diámetro: 20 mm

Selección de curvas para la tubería

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 76 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Curva para tubos

	Código	Características	Un. x paq.
	1670	16 mm	10
	1671	20 mm	10

Código: 1671

Diámetro: 20 mm

El mismo una vez armado dentro de la laguna, será atado con bloques de hormigón, de manera de mantener la estructura deseada y que no flote una vez en funcionamiento el biodigestor.

Bomba de agua de calentamiento (P-02-GAE-SH)

Se tomará el agua de refrigeración del generador y se bombeará para calentar la laguna como se realiza en casos de calefacción por loza flotante. Esta, estará conectada a la parada de emergencia que posee el generador para el caso de falta de nivel de agua, haciendo que la bomba pare también en caso de que haya una pérdida que ocasione el vaciado del radiador.

Para la selección de la bomba se procedió con el mismo calculo que la bomba de recirculado de efluente (P-01-BIO-SH). De los datos que disponemos son:

Capacidad del radiador: 61 litros en el radiador.

Volumen estimado en base a la distancia de cañería desde el sistema de generación al biodigestor: 349 litros.

Volumen total: 410 litros, para el cálculo estimaremos que este volumen circulará casi 5 veces por hora, para tener un flujo másico de 2000 l/h.

Tab-002-06-GAE: W bomba de calentamiento

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 77 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Q (m ³ /h)	Densidad (Kg/m ³)	Diámetro i (m)	Vel. Final (m)	Reynolds	F	Largo total (m)	hf (m)	Wbomba (m)
2	1000	0,0204	1,13341568	232145,3802	0,016	770	1,58365	3,1645
2	1000	0,0426	0,02833	121193,5441	0,016	2,2	0,00059	
2	1000	0,023	1,13341568	261732,5365	0,016	222	0,5147	

Tubería de aspiración (Lw-01-GAE)

La tubería se seleccionó igual que para la bomba de recirculado de la marca Polytherm PN 4 con resina PE 80 de agua y drenaje.

Diámetro: 50 mm

Tubería de descarga (Lw-02-GAE)

Esta cañería estará compuesta por la cañería posterior a la bomba como también la que retorne luego del sistema de calentamiento. Será de la misma marca que la aspiración y con un diámetro de 25 mm.

Con estos datos procedemos a ir al catálogo de la marca Pedrollo para seleccionar una bomba, las cuales pueden trabajar en un rango de temperatura de líquido de -10°C hasta +90°C.

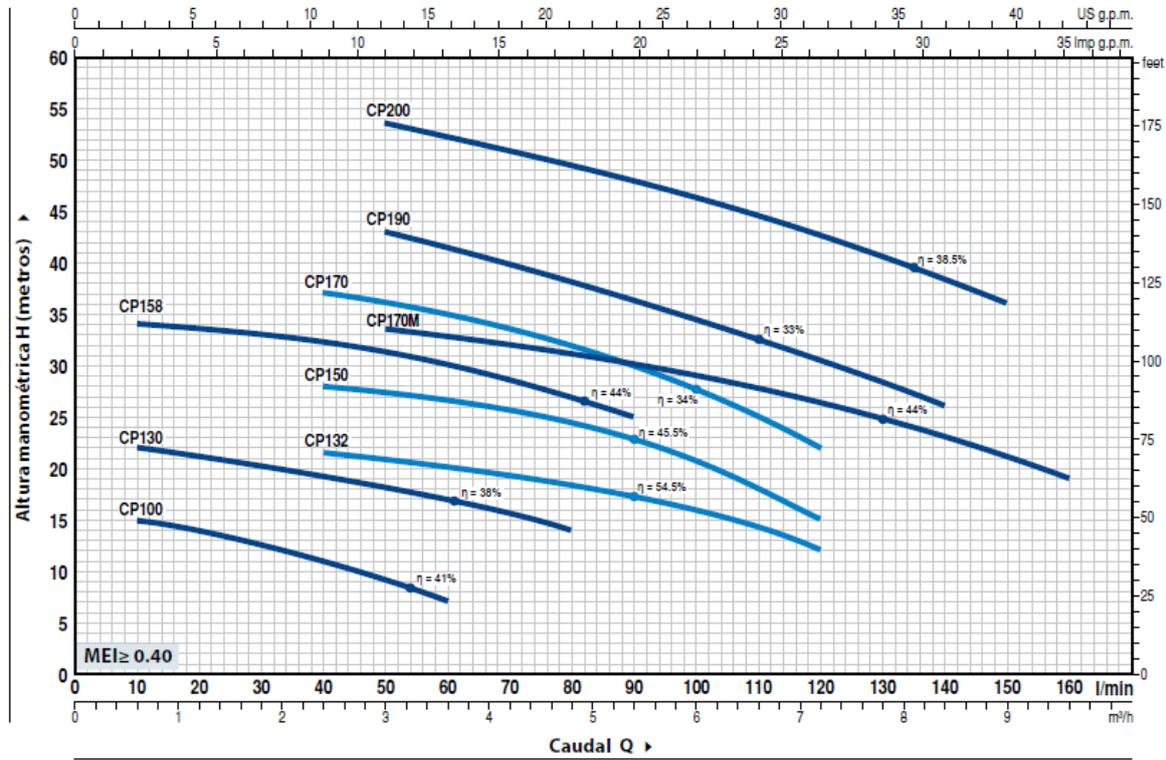


Fig-016-06: Bomba de calentamiento

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 78 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

50 Hz n= 2900 rpm HS= 0 m



Algunas de las prestaciones de esta bomba son:

MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H																			
Monofásica	Trifásica	kW	HP		▲	metros																		
					m³/h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6		
					l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160		
CPm 100	CP 100	0.25	0.33	IE2	H	16	15	14	12.5	11	9	7												
CPm 130	CP 130	0.37	0.50			23	22	21	20	19	18	17	15.5	14										
CPm 132	CP 132	0.55	0.75			23	-	22.5	22	21.5	21	20.5	19.5	18.5	17.5	16	14	12						
CPm 150	CP 150	0.75	1			29.5	-	29	28.5	28	27.5	26.5	26	24.5	23	21	18	15						
CPm 158	CP 158	0.75	1			36	34	33.5	33	32.5	31.5	30	28.5	27	25									
CPm 170	CP 170	1.1	1.5			41	-	-	38	37	36	35	33.5	32	30	27.5	25	22						
CPm 170M	CP 170M	1.1	1.5			36	-	-	35	34.5	33.5	33	32	31	30	29	28	26.5	25	23	21	19		
CPm 190	CP 190	1.5	2	IE3	H	48	-	-	46	44.5	43	41.5	40	38	36	34.5	32.5	30.5	28	26				
-	CP 200	2.2	3			56	-	-	55	54.5	53.5	52	51	49.5	48	46	44.5	42.5	40.5	38.5	36			

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30)

Aislación de la tubería

Para aislar dicha tubería se selecciona una cobertura termoaislante como para el caso de la tubería de recalentamiento. Como esta será enterrada será una cobertura blanca sin protección contra los rayos UV.

COVERTHOR blanco	Código	Ø Nom. tubería		Espesor
		Pulg.	mm	
	3200	3/8	16	5
	3201	1/2	20	5
	3202	3/4	25	5
	3203	1	32	5
	3204	1 1/4	40	5
	3205	1 1/2	50	10
	3206	2	63	10
	3207	2 1/2	75	10
	3208	3	90	10
	3209	4	110	10

Marca: Coverthor

Código: 3202

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 80 de 141

Ingeniería Eléctrica.

Tipos de sistemas de alimentación.

Sistema aislado.

Este sistema está totalmente aislado, la generación mediante el motogenerador alimenta el 100% de las cargas.

Este tipo de sistemas son muy utilizados en zonas rurales debido a la falta de red de distribución domiciliaria. En este Proyecto se descarta esta posibilidad ya que la granja tiene la posibilidad de conexión con la red eléctrica y necesita un grado de confiabilidad medio que con este sistema no se logra.

Sistema de doble alimentación

Este sistema posee un seccionador el cual permite ir variando la alimentación del circuito sea el motogenerador o con la red de distribución. Este sistema es más confiable que el aislado ya que no depende 100% de la generación de biogás y se puede, en caso de emergencia o falla, alimentar el circuito con la red eléctrica.

Sistema con conexión continua a la red

Este sistema está en paralelo con la red en todo momento logrando así la posibilidad de entregar el excedente de energía generada a la red de distribución.

El Proyecto de estudio tiene un consumo máximo que se estableció en 80 kW y se desea que el sistema a instalar sea capaz de generar 70 kW.

Selección del tipo de conexión a la red

Se desea que exista interconexión con la red, por ende, se descarta la primera modalidad de sistema aislado. El objetivo era la bidireccionalidad de potencia entre ambas partes, por lo cual se opta por la modalidad de conexión continua.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 81 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Esquema de conexión.

Esquema brindado por "PROCEDIMIENTO DTI-013-00 - CONEXIÓN DE USUARIOS MICROGENERADORES EN PARALELO CON RED DE BAJA TENSION"

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 82 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

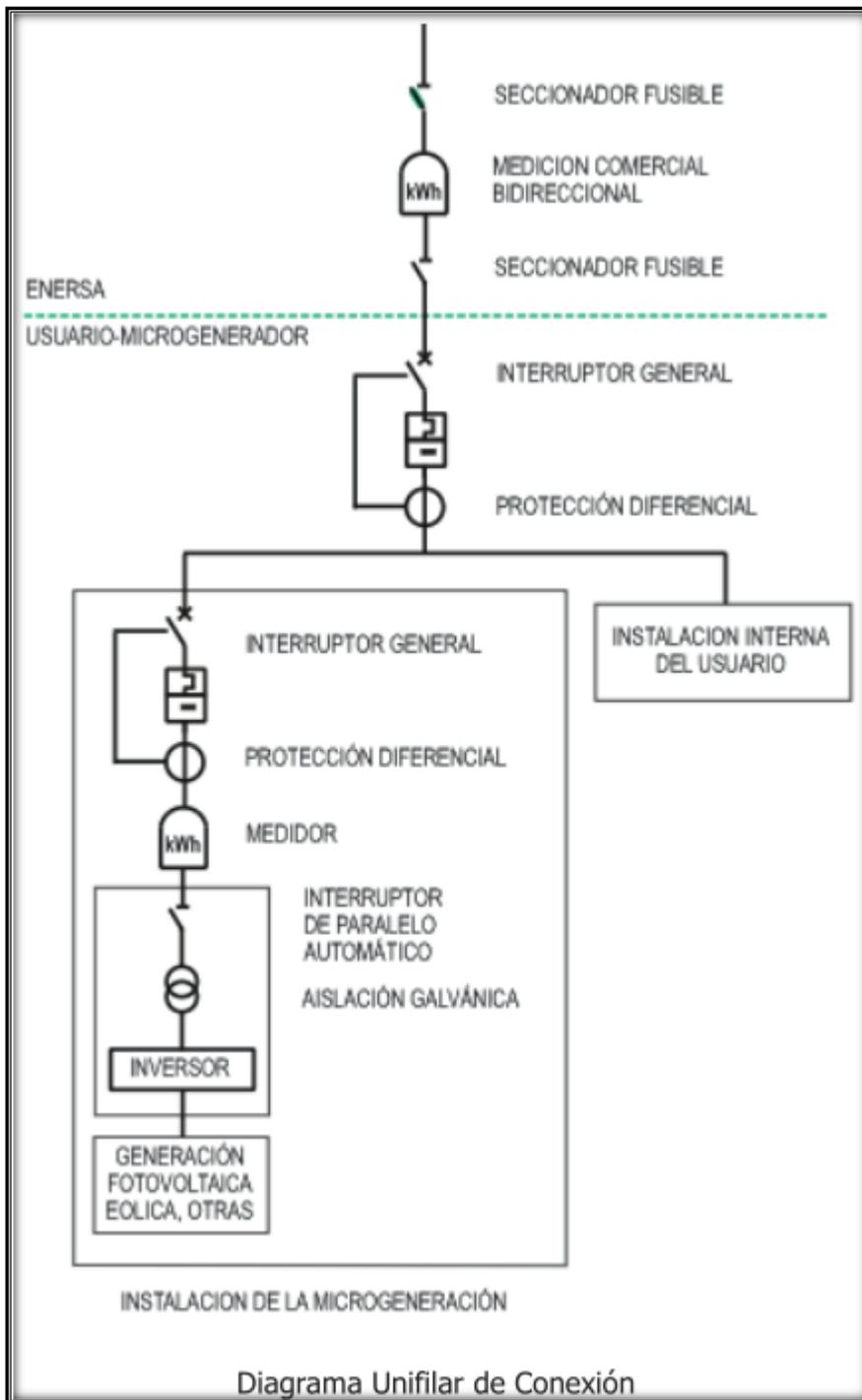


Fig-017-06: Diagrama unifilar de la Microgeneración

<p>Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.</p>	<p>Revisó: G.P. 15/03/21</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 83 de 141</p>
--	--------------------------------------	----------------	-------------------------

Protecciones

El cálculo y selección de protecciones se hizo basándose en los siguientes puntos de la AEA 90364-7-771:

- 771-0.9: Protección contra las sobreintensidades
- 771-0.9.1: Cuando se han previsto medios para la detección de las sobreintensidades del grupo generador, dichos medios deben estar situados lo más cerca posible de los bornes del generador.

Nota: La contribución a la corriente presunta de cortocircuito que realiza un grupo generador, puede depender del tiempo y puede ser mucho menor que la contribución debida a la red de distribución pública. Deberá prestarse especial atención a las corrientes mínimas de cortocircuito.

- 771-0.9.2: Cuando un grupo generador está destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública o cuando dos o más grupos generadores pueden funcionar en paralelo, las corrientes armónicas de circulación deberán estar limitadas de forma tal que los conductores no sobrepasen su máxima sollicitación térmica.

Los efectos de las corrientes armónicas de circulación pueden estar limitados, entre otros, por uno de los medios siguientes:

- elección de grupos generadores que tengan arrollamientos de compensación;
- instalación de una impedancia adecuada en la conexión del punto neutro o centro de estrella del generador;
- instalación de interruptores que abran los circuitos de circulación y que estén enclavados de forma tal que, en ningún momento, se perjudique la protección contra los contactos indirectos;
- instalación de un equipo de filtrado;
- cualquier otro medio apropiado.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 84 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Nota: Se recomienda tener en cuenta la tensión máxima que puede aparecer sobre la impedancia conectada para limitar las armónicas de circulación.

- 771-0.11: Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que el grupo generador puede funcionar en paralelo con la red de distribución pública.

- 771-0.11.1: Precauciones a tomar

Deberán tomarse precauciones en el momento de la elección de un grupo generador destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública para evitar efectos nocivos sobre dicha red de distribución o sobre otras instalaciones en función del factor de potencia, de las variaciones de tensión, de las distorsiones armónicas, de los desequilibrios, de los arranques, de los efectos de fluctuación de tensión o de sincronización. La empresa de distribución pública deberá ser consultada con el fin de ajustarse a sus requisitos o reglamentaciones específicas o particulares. Cuando sea necesaria una sincronización, es preferible utilizar sistemas automáticos de sincronización que tengan en cuenta la frecuencia, la fase, la secuencia y la tensión.

- 771-0.11.2: Protección para desconectar el grupo generador de la red

Deberá preverse una protección para desconectar el grupo generador de la red de distribución pública, en caso de pérdida o interrupción de esta alimentación o de variaciones de la tensión o de la frecuencia en los bornes de la alimentación, superiores a las declaradas para la alimentación normal.

El tipo de protección, su sensibilidad y el tiempo de respuesta dependen de la protección de la red de distribución pública y deben ser coordinados con el distribuidor y aprobados por este o por la autoridad de aplicación.

- 771-0.11.3: Medios para evitar la conexión de un grupo generador en paralelo con la red.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 85 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Deberán preverse medios para evitar la conexión de un grupo generador a la red de distribución pública si la tensión y la frecuencia de la red están fuera de los límites de funcionamiento previstos en la subcláusula anterior.

- 771-0.11.4: Deberán preverse medios adecuados para evitar la motorización del generador.
- 771-0.11.5: Deberán preverse medios adecuados para permitir al grupo generador ser separado o seccionado de la red de distribución pública en todo momento.

Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para la selección de las protecciones se deben tener en cuenta las corrientes de cortocircuito ($I_{cc}=I''_{k3p}$) y se debe determinar el poder de cierre de los interruptores automáticos a instalar, además de definir los esfuerzos electrodinámicos que deberá soportar la instalación.

Para calcular la corriente de cortocircuito en cada punto de la instalación, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{\Sigma(R)^2 + \Sigma(X)^2}}$$

Donde R representa el total de las resistencias, aguas arriba del punto considerado, y de forma análoga, X lo hace con las reactancias.

Tomando las siguientes recomendaciones del catálogo Schneider:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 86 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Determinar resistencias y reactancias en cada parte de la instalación.

Parte de la instalación	Valores a considerar (mΩ)	Reactancias (mΩ)
Red aguas arriba	$R_1 = Z \cos\varphi \cdot 10^{-3}$ $Z_1 = \frac{U^2}{P}$ $P = P_{cc}$ de la red aguas arriba en MVA $\cos\varphi = 0,15$ $P = P_{cc}$	$X_1 = Z_1 \sin\varphi \cdot 10^{-3}$ $\sin\varphi = 0,98$
Transformador	$R_2 = \frac{W_c U^2 \cdot 10^{-3}}{S^2}$ $W_c = \text{Pérdidas en el Cu}$ $S = \text{Potencia aparente transformador (kVA)}$	$X_2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$ $Z_2 = \frac{U_{cc} U^2}{100 S}$ $U_{cc} = \text{Tensión de cortocircuito del transform.}$
En cables	$R_3 = \frac{\rho L}{S}$ $\rho = 22,5 \text{ (Cu)}$ $L = \text{m}$ $S = \text{mm}^2$	$X_3 = 0,08L$ (cable trifásico) $X_3 = 0,12L$ (cable unipolar) L en m
En barras	$R_3 = \frac{\rho L}{S}$ $\rho = 36 \text{ (AL)}$ $L = \text{m}$ $S = \text{mm}^2$	$X_3 = 0,15L$ L en m

Red aguas arriba:

La Pcc es un dato de la compañía prestataria, cuyo valor se considera igual a 500 MVA. A partir de este dato se obtiene la impedancia de la línea aguas arriba del transformador.

$$Z_1 = \frac{U^2}{P_{cc}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{500 \text{ MVA}} = 0.32 \text{ m}\Omega$$

$$R_1 = Z_1 * \cos\varphi = 0.32 \text{ m}\Omega * 0.15 = 0.048 \text{ m}\Omega$$

$$X_1 = Z_1 * \sin\varphi = 0.32 \text{ m}\Omega * 0.98 = 0.3136 \text{ m}\Omega$$

Transformador:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 87 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Para calcular la corriente de cortocircuito en bornes del tablero principal se considera que la instalación está alimentada directamente desde el transformador.

Datos del transformador:

13.2/04Kv

S=200 kVA

U_{cc}=4%

W_{cc}= 3000 W

$$R_2 = \frac{W_{cc} * U^2 * 10^{-3}}{S^2} = \frac{3000W * (400V)^2 * 10^{-3}}{(200kVA)^2} = 12m\Omega$$

$$Z_2 = \frac{U_{cc}}{100} * \frac{U^2}{S} = \frac{4}{100} * \frac{(400V)^2}{200 kVA} = 32 m\Omega$$

$$X_2 = \sqrt{(Z_2)^2 - (R_2)^2} = \sqrt{(32 m\Omega)^2 - (12m\Omega)^2} = 29.66 m\Omega$$

Para la línea principal se tiene:

Tab-003-06-GAE: Línea principal

Longitud (Km)	S (mm ²)	R _c (Ω/Km)	X _c (Ω/Km)	R (mΩ)	X (mΩ)	I _{cc} (kA)	λ	I _s (kA)	I _b (A)	I _z (A)
0,001	Barra	0,096	0,018	1,004	5,0516	42,60	1,560	93,97	880,84	800

En cables (tablero principal a tablero seccional):

Las resistencias y reactancias se obtienen del catálogo del fabricante, las cuales deben ser afectadas por la longitud de los tramos de conductores.

$$R_i = R_c * L_s$$

$$X_i = X_c * L_s$$

Donde:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 88 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

R_i = Resistencia del tramo considerado.

R_c = Resistencia del conductor (Ω/Km).

L_s = Longitud del tramo considerado.

X_i = Reactancia del tramo considerado.

X_c = Reactancia conductor (Ω/Km).

Luego, es necesario calcular la corriente de choque, que representa el valor máximo de cresta de la corriente de cortocircuito, mediante la relación:

$$I_s = \sqrt{2} * \lambda * I_{cc}$$

Donde el coeficiente λ viene dado por:

$$\lambda = 1.02 + 0.98 * e^{\frac{-3R}{X}}$$

En la tabla que se encuentra a continuación hay un resumen de los datos relevantes para la selección de las protecciones:

Tab-004-06-GAE: Línea de tablero principal al seccional

Longitud (Km)	S (mm ²)	Rc (Ω/Km)	Xc (Ω/Km)	R (m Ω)	X (m Ω)	Icc (kA)	λ	Is (kA)	Ib (A)	Iz (A)
0,02	95/50	0,232	0,0733	5,548	6,4996	25,67	1,096	39,78	143	150

Los valores remarcados tienen una Ib mayor que Iz, pero esta hay que reducirla por la cantidad de cables en paralelos a colocar.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 89 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

Se debe tener en cuenta que su corriente de ajuste (I_r), debe ser mayor a la corriente de servicio (I_b) y menor a la corriente máxima que puede soportar la aislación de los conductores (I_z). Además, se debe comprobar que el poder de corte de cada uno sea mayor a la corriente de cortocircuito (I_{cc}), y que el valor de ajuste de disparo por cortocircuito (I_{sd}) sea menor a la corriente de choque (I_s).

Las selecciones de las protecciones se llevaron a cabo por medio del programa Ecodial Advance 4.9.3 del proveedor Schneider, donde luego de cargar el esquema unifilar, pudimos evaluar las diferentes variables posibles para nuestra instalación.

Nombre	Nbr	Rango - Designación	Calibre (A)	Polos	Curva de disparo/unidad de control	Bloque diferencial	Clase de bloque diferencial
QA 51	0	EasyPact CVS - CVS160B	160	4P4d	TM-D	Vigi MH	A

Interruptor automático (Ia-01-GAE-SE)

Este interruptor general hará el conexionado en paralelo del motogenerador con la red de distribución, sobre el actúan todas las protecciones.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 90 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------



LV516302
Int. Aut. Cvs160B 25Ka Tmd125 3P3D

Fig-018-06: Interruptor automático

Protección diferencial(Dy-01-GAE-SE)

Protección diferencial



LV431535
Bloque Vigi Mh P/ Nsx250 3P 220 A 440V

Fig-019-06: Protección diferencial

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 91 de 141

Protección anti-isla.

Consiste en aquella función de protección de la instalación encargada de evitar que dicha instalación permanezca energizada cuando la red sea desenergizada (ya sea por un evento programado o no programado).

Para el caso de las tecnologías de generación basadas en un inversor, el suministro del certificado de conformidad con las normas técnicas citadas para los inversores garantizará dicho cumplimiento.

Para tecnologías que no estén basadas en un inversor, se debe instalar un sistema de detección de tensión en el circuito, para que bloquee el cierre del interruptor con el cual se realiza la conexión entre la planta de generación y la red, en aquellos momentos en los cuales este circuito se encuentra desenergizado.

Relé de control multifunción (Rm-01-GAE-SE)

Dispositivo encargado de controlar sub y sobre tensión, sub y sobre frecuencia, falta de fase. A fin de satisfacer la protección anti-isla requerida por la empresa de distribuidora de energía.

Este actuara sobre el interruptor automático del motor generador.

Las condiciones que debe mantener son:

- Sobretensión 220 V + 10 %
- Subtensión 220 V - 8 %
- Sobrefrecuencia 51 Hz
- Subfrecuencia 49 Hz

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 92 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------



RM35TF30

Relé de Control de Secuencia y falta de Fase +
Asimetría + Sub/Sobre Tensión

Fig-020-06: Relé de control

Protección galvánica (Tpg-01-GAE-SE)

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red y las instalaciones generadoras, sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico, entendiéndose que las funciones que se persiguen son:

- Aislar la instalación generadora para evitar la transferencia de defectos entre la red y la instalación.
- Proporcionar seguridad personal.

El bobinado de este transformador conectado del lado de la red de la Distribuidora debe ser del tipo estrella con el centro aislado de tierra o en triángulo, para evitar disparos intempestivos de la protección diferencial.

Se selecciona un transformador de la marca SERVELEC Powering Company
Modelo Dry type 600Vca

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 93 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------



Fig-021-06: Transformador

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 94 de 141

TABLA 1. 2 – POTENCIAS ESTÁNDAR

Potencia del Transformador (kVA)	Monofásico	Dimensiones en cm Transformador	Trifásico	Dimensiones en cm Transformador	Dimensiones Gabinete IP21
60	SI	48 x 65 x 40	SI	60 x 65 x 35	75 x 80 x 60
75	SI	55 x 70 x 40	SI	66 x 65 x 35	90 x 90 x 60
100	SI	60 x 75 x 45	SI	66 x 70 x 35	90 x 90 x 60
160	--	--	SI	80 x 70 x 38	120 x 120 x 90
200	--	--	SI	108 x 95 x 40	120 x 120 x 90
250	--	--	SI	110 x 105 x 45	130 x 130 x 90
315	--	--	SI	129 x 110 x 50	160 x 160 x 90
400	--	--	SI	145 x 110 x 50	160 x 160 x 90
500	--	--	SI	150 x 120 x 60	160 x 160 x 90
630	--	--	SI	150 x 150 x 80	180 x 180 x 100
800	--	--	SI	160 x 155 x 80	200 x 200 x 100
1000	--	--	SI	160 x 160 x 80	200 x 200 x 100

Dimensiones sujetas a diseño

Protección contra sobretensiones (Is-01-GAE-SE)

Si bien la AEA no lo exige, es muy recomendable utilizarlo, a fin de proteger a los equipos y los conductores de descargas atmosféricas.

Se seleccionó de la marca Schneider, el mismo estará conectado en paralelo con la

**A9L16294****LIMITADOR IQUICK PRD40R 3P+N CLASE II**

instalación eléctrica y directamente conectado a la malla de puesta a tierra.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 95 de 141

Fig-022-06: protección de sobretensiones

Principal

Range of product	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iQuick PRD
Tipo de producto o componente	Descargador de sobretensiones con cartucho enchufable
Modelo de dispositivo	iQuick PRD40r
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	3P + N
Señalización remota	Donde
Composición contactos de señal	1 SD (1 C/A)
Tipo limitador sobretensión	Red de distribución eléctrica
Sistema de tierra	TN-S TT

Conductores

Se recurrió al catálogo de conductores de la firma Prysmian donde se seleccionaron para los circuitos trifásicos: conductor tetrapolar (3 fases + N) Sintenax Valio para los circuitos de potencia.

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV

VV-K / VV-R



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

Instalaciones Fijas

SINTENAX VALIO

IRAM 2178

> **CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.
Forma: redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.



Flexibilidad:
- Conductores de cobre :
Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 96 de 141

Para esto se sacaron los siguientes datos del catálogo antes mencionado los cuales indican una temperatura de trabajo de 70°C y utilizamos un $\cos\phi=0,85$ y $\sin\phi=0,6$, los cuales se detallaron en la siguiente tabla.

Tab-005-06: Datos sobre los conductores

Datos de los conductores				
Denominación	Conductores	r 90° ohm/km	x ohm/km	I adm
1	2,5	9,55	0,0995	22
2	4	5,92	0,0991	30
3	6	3,95	0,0901	37
4	10	2,29	0,086	52
5	16	1,45	0,0813	70
6	25/16	0,933	0,078	88
7	35/16	0,663	0,076	110
8	50/25	0,464	0,0777	133
9	70/35	0,321	0,0736	170
10	95/50	0,323	0,0733	207

Criterios para determinar la sección del conductor.

Los criterios por los cuales se dimensionaron los conductores fueron:

- Por intensidad máxima admisible o de calentamiento: la temperatura del conductor, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento. Estas temperaturas se especifican en las normas de los conductores y suelen ser de 70°C para conductores con aislamiento termoplástico y de 90°C para cables con aislamiento termoestable.
- Por caída de tensión: en la mayoría de los casos y por razones técnicas, el cálculo de la sección de los conductores se funda en la caída de tensión, o lo

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 97 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

que es análogo, en las pérdidas de potencia. Estos dos valores se suelen medir en tanto por ciento de la tensión o la potencia en los bornes de los receptores de corrientes. Ese porcentaje de caída de tensión suele ser:

- Iluminación, electrónica: 3
- Fuerza motriz: 5%.

Para sistemas de corriente alterna, se considera la caída de tensión inductiva de las cargas y líneas, y las representamos con ΔU . Los diseñadores consideran para el arranque de motores, un porcentaje de caída de tensión que oscila del 10 a un 15%.

- Verificación por corrientes de cortocircuito: la temperatura que puede alcanzar el conductor, como consecuencia de un cortocircuito no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (por menos de 5 segundos) asignadas a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los conductores y suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplástico y de 250°C para cables con aislamiento termoestable. Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobrecarga limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los conductores hasta el punto de falla limitan la intensidad de cortocircuito.

Procedimiento para la preselección del conductor y su verificación térmica.

1. Definición de la forma de canalización del conductor, se fijó por donde se iba a tender el cable y cuantos circuitos iban a compartir la canalización.
2. En caso de que hubiera agrupamiento se extrajo de la tabla del catálogo del conductor el coeficiente de agrupamiento correspondiente para el modo de instalación y la cantidad de circuitos.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 98 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

3. Se preseleccionó un conductor, cuya corriente admisible para el modo de instalación del conductor sea mayor a la corriente consumida por el motor. Se recuerda que la sección seleccionada no puede ser menor a 2,5 mm² la cual es la sección mínima requerida por norma para circuito de tomacorriente.

Se respetarán las siguientes secciones mínimas:

Líneas principales	4 mm ²
Líneas seccionales	2,5 mm ²
Líneas de circuitos para usos generales	1,5 mm ²
Líneas de circuitos para usos especiales y/o conexión fija	2,5 mm ²
Derivaciones y retorno a los interruptores de efecto	1 mm ²
Conductor de protección	2,5 mm ²

4. En caso que corresponda se multiplicó la capacidad del conductor por el factor de agrupamiento.
5. Se verificó que la corriente admisible del cable siga siendo mayor a la necesaria.
6. Se verificó la relación con las protecciones térmicas seleccionadas, debiéndose cumplir la relación: $I_b < I_n < I_z$

Donde:

I_b consumida por la carga.

I_n : corriente nominal de la actuación de la protección térmica.

I_z : corriente admisible por el conductor.

Barra de alimentación general (Br-01-GAE-SE).

Se selecciona una barra que hará de nodo principal, donde se unirá la red de distribución con la línea del generador y a su vez saldrá la alimentación para el tablero principal de las granjas.

Esta se selecciona de la marca Schneider

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 99 de 141
---	-----------------------------	---------	------------------

	Symbol	Unit	Busbar working rating (A)						
			800	1000	1250	1600			
General characteristics									
Compliance with standards						IEC/EN			
Protection degree	IP								
Shock resistance	IK								
Nominal rated current at an ambient temperature of 35°C	I _{nc}	A	800	1000	1250	1600			
Rated insulation voltage	U _i	V				10			
Rated operating voltage	U _e	V				10			
Operating frequency	f	Hz	50/60	or 60 to 400 Hz AC or for DC...					
Short-circuit current withstand									
Standard version 3L + PE and 3L + N + PE									
Allowable rated short-time withstand current (t = 1 s)	I _{low}	kA	31	50	50	65			
Allowable rated peak current	I _{pk}	kA	64	110	110	143			
Maximum thermal stress I ² t (t = 1 s)	I ² t	A ² s 10 ⁶	961	2500	2500	4225			
Reinforced version 3L + N + PER									
Allowable rated short-time withstand current (t = 1 s)	I _{low}	kA	35	55	65	85			
Allowable rated peak current	I _{pk}	kA	73	143	143	187			
Maximum thermal stress	I ² t	A ² s 10 ⁶	1225	4225	4225	7225			
Conductor characteristics									
Phase conductors									
Average resistance at an ambient temperature of 20°C	R _{ph}	mΩ/m	0.079	0.057	0.046	0.035			
Average resistance at I _{nc} and at 35°C	R _i	mΩ/m	0.096	0.069	0.056	0.042			
Average reactance at I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz	X _i	mΩ/m	0.018	0.016	0.015	0.013			
Average impedance at I _{nc} and at 35°C and at 50 Hz	Z _i	mΩ/m	0.097	0.071	0.058	0.044			
Protective conductor (PE)									
Average resistance at an ambient temperature of 20°C		mΩ/m	0.203	0.178	0.164	0.143			
Fault loop characteristics									
Fault loop characteristics at 35°C	Ph/N	Average resistance	R _{ph,n}	mΩ/m	0.345	0.248	0.209	0.159	
		Average reactance	X _{ph,n}	mΩ/m	0.143	0.103	0.087	0.067	
		Average impedance	Z _{ph,n}	mΩ/m	0.373	0.269	0.226	0.172	
	Ph/PE at 35°C	Average resistance	R _{ph,pe}	mΩ/m	0.809	0.676	0.587	0.490	
		Average reactance	X _{ph,pe}	mΩ/m	0.762	0.586	0.478	0.364	
		Average impedance	Z _{ph,pe}	mΩ/m	1.111	0.895	0.757	0.610	
Impedance method	At 20°C	Average resistance	Ph/Ph	R _{ph,ph}	mΩ/m	0.160	0.115	0.097	0.073
			Ph/N	R _{ph,n}	mΩ/m	0.161	0.115	0.097	0.074
			Ph/PE	R _{ph,pe}	mΩ/m	0.531	0.440	0.353	0.281
		At I _{nc} and Average resistance at 35°C	Ph/Ph	R _{ph,ph}	mΩ/m	0.193	0.140	0.120	0.091
			Ph/N	R _{ph,n}	mΩ/m	0.194	0.140	0.120	0.092
			Ph/PE	R _{ph,pe}	mΩ/m	0.641	0.535	0.438	0.348
	At I _{nc} and Average reactance at 35°C and at 50 Hz	Ph/Ph	Average reactance	X _{ph,ph}	mΩ/m	0.040	0.029	0.024	0.019
			Ph/N	X _{ph,n}	mΩ/m	0.064	0.047	0.040	0.030
			Ph/PE	X _{ph,pe}	mΩ/m	0.043	0.086	0.275	0.212

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 100 de
141

Other characteristics	Symbol	Unit	Busbar trunking rating (A)			
			800	1000	1250	1600
Voltage drop						
Line-to-line voltage drop, in volts (V) per 100 metres and per amp (A) run. For the case of loads concentrated at the end of a run, the voltage drop is multiplied by 1.5.						
For a cosine ϕ of	1	V/100 m/A	0.0083	0.0060	0.0049	0.0037
	0.9	V/100 m/A	0.0081	0.0060	0.0050	0.0038
	0.8	V/100 m/A	0.0078	0.0056	0.0047	0.0036
	0.7	V/100 m/A	0.0069	0.0052	0.0043	0.0034
Choice of products when harmonics are present (see "harmonics" for more details).						
Rated current according to THD3 (3 rd order distortion)	THD < 15%		KTA0800	KTA1000	KTA1250	KTA1600
	15% < THD < 33%		KTA1000	KTA1250	KTA1600	KTA2000
	THD > 33%		KTA1250	KTA1600	KTA2000	KTA2500
Protective conductor						
Casing		mm ²	120	130	140	155
Equivalent copper cross-section		mm ²	210	230	260	280
Additional copper conductor PER cross-section		mm ²	210	230	260	280
Average weight						
3L + PE		kg/m	12	14	16	19
3L + N + PE		kg/m	13	16	18	22
3L + N + PER		kg/m	15	19	21	26
Allowable current as a function of ambient temperature						
Where k1 = ambient temperature derating coefficient.						
Busbar trunking installed indoors	k1	°C	Ambient temperature			
			35	40	45	
Busbar trunking installed outside under an aluminium roof	k1	%	Please, see your sales office.			
			k1=1	k1=0.97	k1=0.93	
Busbar trunking installed in a fire duct	k1	%	Please, see your sales office.			

Tableros

Tablero eléctrico principal. (Te-01-GAE-SE)

Mediante el software Proclima 8.1 se verifico que el tablero sea adecuado para disipar la potencia requerida para el mismo.

Se seleccionó un tablero de la marca Schneider, modelo Thalassa PLM.



NSYPLM86VG

Arm Polplm 847X636X300Ip66Cierr3P 7035

Fig-022-06: Tablero principal

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 101 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Acometida (Ac-01-GAE-SC)

Las características indicadas para la construcción del pilar, son de tipo genéricos y orientativos, por lo que pueden ser modificados de acuerdo a las necesidades particulares de cada caso, pero debe ser consultado y aprobado previamente por ENERSA.

La falta o incumplimiento de criterios o especificaciones indicadas por ENERSA, puede dar origen a rechazos al conexionado de los suministros.

El pilar deber ser construido en material de mampostería, y contar con una base y cimientos sólidos, acorde a su tamaño y ubicación en el terreno, y puede ser parte de muros o fachadas pertenecientes al edificio.

El pilar debe estar recubierto de una terminación de revoque exterior, que impida la filtración de agua de lluvia, o en su defecto, contar con un tratamiento de pintura impermeabilizante exterior.

El techo del pilar debe tener una pendiente con caída orientada hacia atrás, que impida la acumulación de agua en la parte superior, y viseras que impidan el escurrimiento sobre las paredes del pilar, a excepción de que el pilar sea parte de muros o fachadas pertenecientes al edificio.

Los pilares se ubicarán de manera tal que la línea frontal del mismo coincida con la línea de edificación municipal. El Cliente debe acordar con ENERSA el lugar físico de emplazamiento, asegurando el libre acceso a las Cajas/Gabinetes de Medición.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 102 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

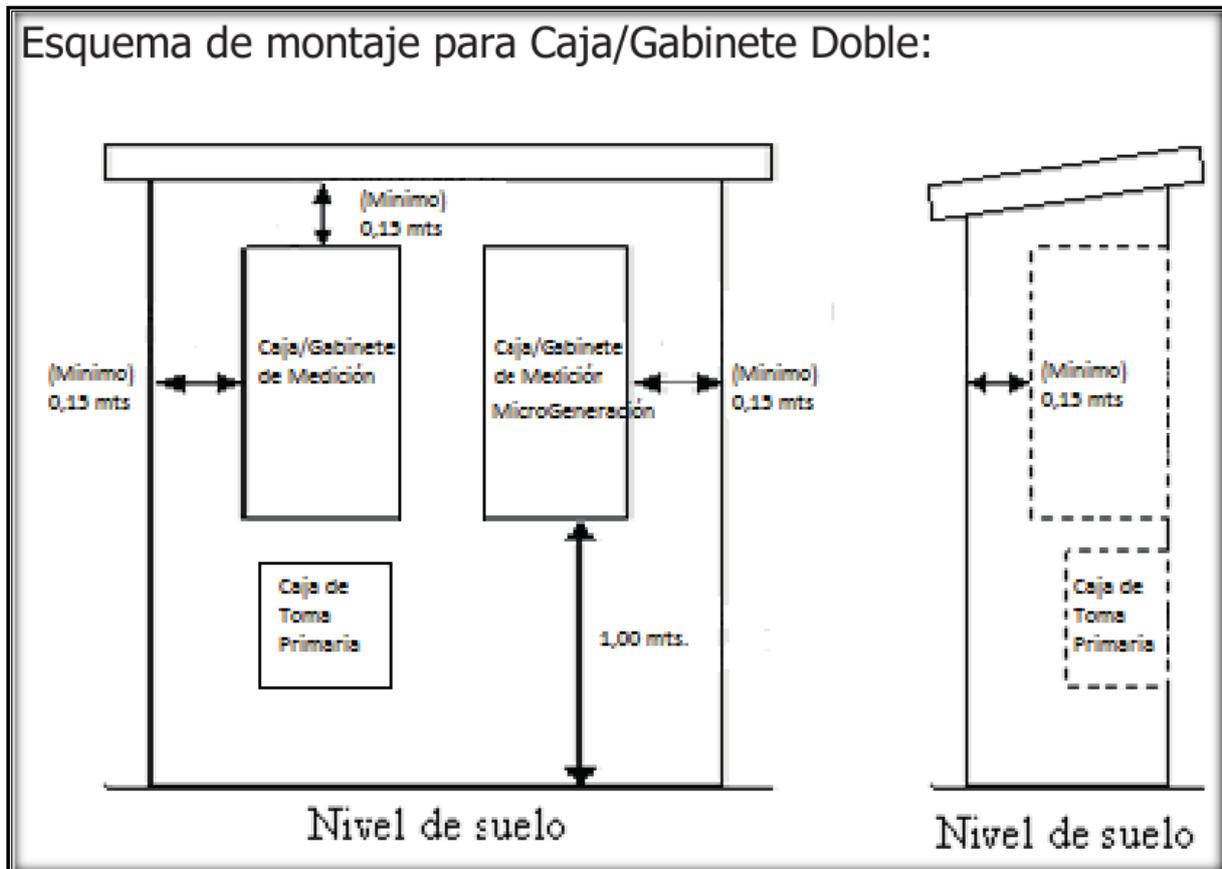


Fig-023-06: Montaje de gabinete

De acuerdo a la potencia contratada y a la potencia de Micro Generación instalada, se listan los requerimientos sobre las características y dimensiones mínimas aproximadas que deben tener los gabinetes de medición a utilizarse en este tipo de instalaciones.

Dichos gabinetes deberán estar contruidos de material aislante, y tendrán en su pared posterior interna, un doble fondo o soporte desmontable, apto para la fijación de los medidores y demás componentes de la Medición Comercial.

Para potencias contratadas a ENERSA iguales o mayores a 30 kW y potencia de MG iguales o mayores a 30 kW: se deberá colocar gabinetes dobles, cuyas dimensiones mínimas aceptadas serán: 75 cm de alto, 40 cm de ancho, 35 cm de profundidad (cada uno).

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 103 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

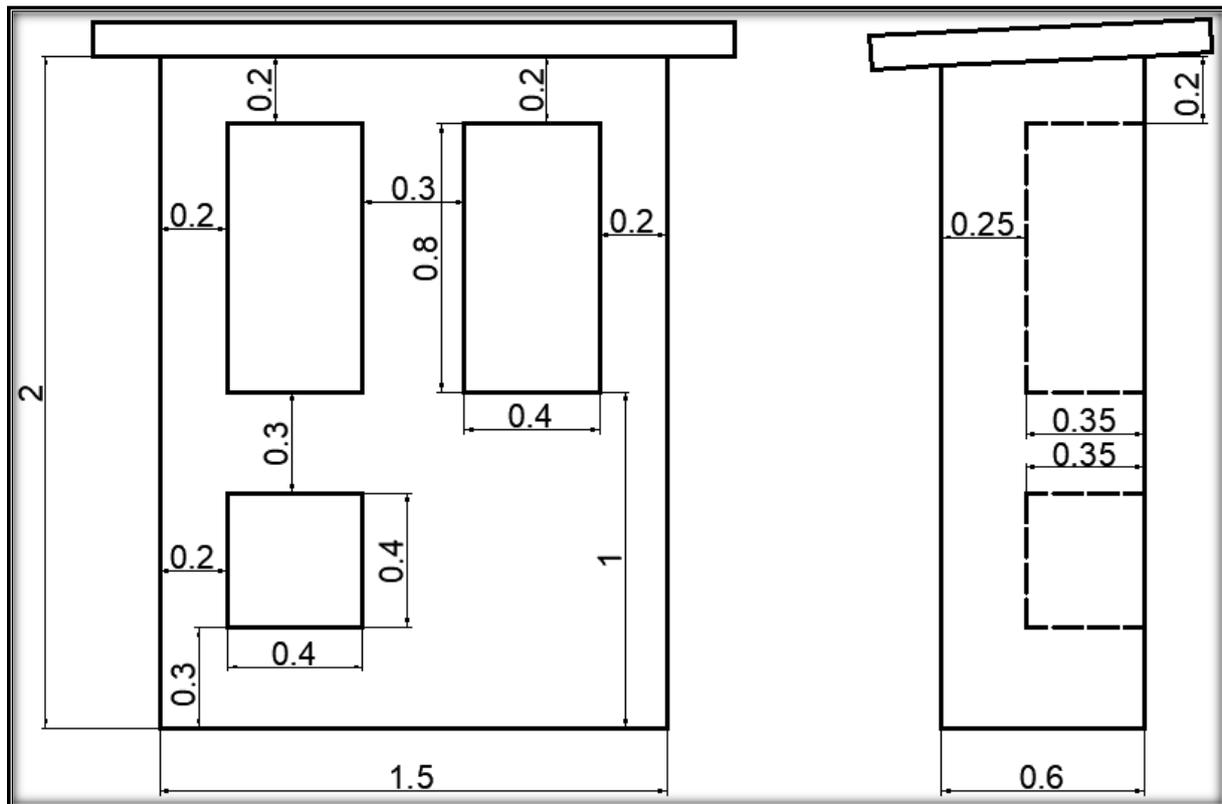


Fig-024-06: Dimensiones de los gabinetes

Medidor de energía generada (Mee-01-GAE-SE)

Se selecciona un medidor de la marca Elster modelo A1052+

El uso de la tecnología de medición innovadora creada por Elster proporciona una medición altamente segura y mantiene un alto grado de exactitud para todo el rango de operación, asociado a una excelente relación costo-beneficio.

Los medidores A1052 pueden ser utilizados para consumidores en redes polifásicas, sea para uso residencial, comercial e industrial de pequeñas y medianas demandas. Los A1052 están disponibles en 2 versiones, con medición de energía activa o con medición de energía activa-reactiva.

Estos son graduados en fábrica con diversos parámetros y comportamientos funcionales de acuerdo con las necesidades del Cliente, tales como el registro siempre positivo por fase o total, constante de la salida de pulsos, secuencia de las magnitudes registradas en el display, etc. El display de cristal líquido permite

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 104 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

visualizar las magnitudes eléctricas, identificadores, datos de seguridad, y, además, condiciones de operación. Poseen dos leds metrológicos que emiten pulsos proporcionales a la energía activa y reactiva.

Elster presenta en este segmento de medidores una característica innovadora, una importante herramienta para el control de la instalación y de los medidores: los valores instantáneos de las tensiones y corrientes pueden ser observados en el display. Son posibles tres formas de operación en lo que se ere a la totalización de la energía activa: unidireccional, siempre positivo por fase y con anti retroceso.

El medidor almacena, en forma independiente, las totalizaciones de energía activa (kWh) en flujo directo, energía activa en flujo revertido (salvo que esté programado como siempre positivo) y energía reactiva (kVArh) inductiva y capacitiva.



Características

- Energía Activa kWh Clase 1
- Energía Reactiva kVArh Clase 2
- Rango de tensión 96 a 288Vac - 50 ó 60 Hz
- Permite conexión monofásica, bifásica y trifásica
- Rangos de corriente de 5(40)A ó 5(120)A
- Datos de Seguridad
- Tensión de Impulso 8kV
- Grado de Protección IP52
- Salida de Pulsos (IEC 62053-31) o salida serial, opcional.

Fig-025-06: Medidor de energía

Circuito eléctrico secundario.

Mediante este circuito se alimentará:

- Carga 3: Bomba de recirculado
- Carga 9: Bomba de calentamiento

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 105 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

- Carga 10: Bomba de riego
- Carga 11: Soplador

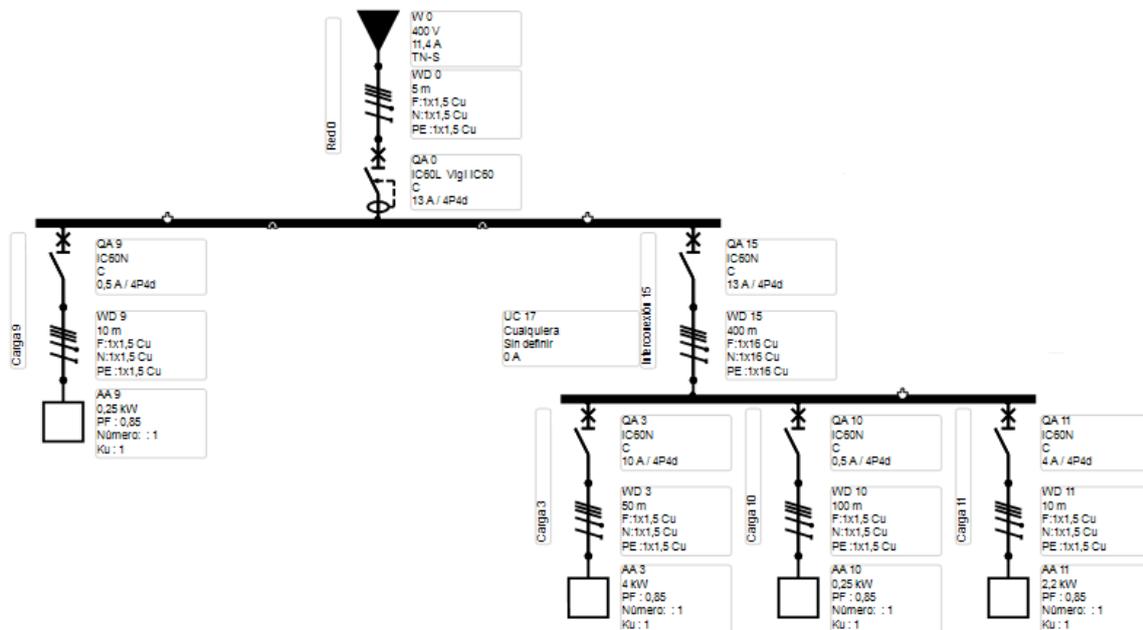


Fig-025-06: Diagrama unifilar circuito secundario

Conductores.

Se recurrió al catálogo de conductores de la firma Prysmian donde se seleccionaron para los circuitos trifásicos: conductor tetrapolar (3 fases + N) Sintenax Valio para los circuitos de potencia de 2,5 mm.

<p>Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.</p>	<p>Revisó: G.P. 15/03/21</p>	<p>Aprobó:</p>	<p>Página 106 de 141</p>
--	--------------------------------------	----------------	------------------------------

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV

VV-K / VV-R



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

Instalaciones Fijas

SINTENAX VALIO

IRAM 2178

> **CONDUCTOR**
Metal: Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.
Forma: redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.



Flexibilidad:
 - Conductores de cobre :
 Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A

Para esto se sacaron los siguientes datos del catálogo antes mencionado los cuales indican una temperatura de trabajo de 70°C y utilizamos un $\cos\phi=0,85$ y $\sin\phi=0,6$, los cuales se detallaron en la siguiente tabla.

Tab-005-06: Datos sobre los conductores

Datos de los conductores				
Denominación	Conductores	r 90° ohm/km	x ohm/km	l adm
1	2,5	9,55	0,0995	22
2	4	5,92	0,0991	30
3	6	3,95	0,0901	37
4	10	2,29	0,086	52
5	16	1,45	0,0813	70
6	25/16	0,933	0,078	88
7	35/16	0,663	0,076	110
8	50/25	0,464	0,0777	133

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 107 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

9	70/35	0,321	0,0736	170
10	95/50	0,323	0,0733	207

Protecciones

Las selecciones de las protecciones se llevaron a cabo por medio del programa Ecodial Advance 4.93 del proveedor Schneider, donde luego de cargar el esquema unifilar, pudimos evaluar las diferentes variables posibles para nuestra instalación, dando como resultados las siguientes protecciones.

Nombre	Nbr	Rango - Designación	Calibre (A)	Polos	Curva de disparo/unidad de control	Bloque diferencial	Clase de bloque diferencial
QA 0	1	Acti9 iC60 - iC60L	13	4P4d	C	Vigi iC60	A
QA 3	1	Acti9 iC60 - iC60N	10	4P4d	C		
QA 9	1	Acti9 iC60 - iC60N	0,5	4P4d	C		
QA 10	1	Acti9 iC60 - iC60N	0,5	4P4d	C		
QA 11	1	Acti9 iC60 - iC60N	4	4P4d	C		
QA 15	1	Acti9 iC60 - iC60N	13	4P4d	C		

Se seleccionó el siguiente interruptor automatico (la-02-GAE-SE), con distintos calibres: 0.5, 4 , 10 y 13 A.



INT. TERMOMAGNETICO IC60N 4X20A - CURVA

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 108 de
141

Fig-026-06: interruptor termomagnético

Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	4P
Número de polos protegidos	4
Corriente nominal	20 A
Tipo de red	CC CA
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	D
Poder de corte	6000 A Icn at 400 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60898-1 36 kA Icu at 12...60 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 36 kA Icu at 100...133 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 10 kA Icu a <= 250 V CC conforme a EN/IEC 60947-2
Categoría de utilización	Category A conforming to EN 60947-2 Category A conforming to IEC 60947-2
Idoneidad para el seccionamiento	Yes conforming to EN 60898-1 Yes conforming to EN 60947-2 Yes conforming to IEC 60898-1 Sí conforme a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 EN 60898-1 EN 60947-2 IEC 60898-1

Protección diferencial (Dy-02-GAE-SE)



A9V41325
BLOQUE VIGI P/IC60H/L 25A 3P 30MA

Fig-027-06: Protección diferencial 2

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 109 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Principal

Distancia	Acti 9
Tipo de producto o componente	Dispositivos de corriente residual adicionales
Modelo de dispositivo	Vigi iC60
Número de polos	3P
Corriente nominal	25 A
Sensibilidad a la fuga a tierra	30 mA
Retraso tiempo protec. pérdida a tierra	Instantáneo
Earth leakage protection type	Tipo AC
Tipo de red	CA
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Tensión asignada de empleo	400 V CA 50/60 Hz conforme a EN 61009-1 400/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 61009-1
Normas	IEC 61009-1 EN 61009-1
Pasos de 9 mm	6

Tablero secundario (Te-02-GAE-SE)

Este tablero alojará las protecciones de las bombas y el soplador, el mismo será alojado en el recinto de filtrado del biogás.

Este se selecciona de la marca Schneider.



13979
CAJA MINIKAEDRA 1FILA, 12 MODULOS

Principal

Distancia	Kaedra
Tipo de producto o componente	Recinto resistente a la intemperie
Tipo de envoltente	Mini gabinete para dispositivo modular
Accesorios incluidos con envoltorio	1 kit de marcado
Tipo de placa de montaje	Con ranuras

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 110 de
141

Fig-028-06: Tablero secundario

Puesta a tierra

Los esquemas de conexión a tierra (ECT) definen la “Clasificación según la conexión a tierra de las redes de alimentación y de las masas eléctricas de las instalaciones eléctricas consumidoras” y se identifican con dos letras: TT, TN e IT, admitiendo alguno de ellos una letra adicional que se incorpora a la definición principal, separándose de la misma con un guion. Así se tienen los esquemas TN-C, TN-S y TN-C-S.

Para los inmuebles alimentados desde la red pública de baja tensión, el esquema de conexión a tierra exigido será el TT. En el caso de que exista un centro de transformación de la empresa distribuidora dentro del inmueble, se deben tomar las medidas necesarias para que el ECT continúe siendo TT.

El esquema elegido, TT, tiene un punto del sistema de alimentación (generalmente el conductor neutro), conectado directamente a una toma de tierra (tierra de servicio), por el proveedor de la energía eléctrica y las masas eléctricas de la instalación consumidora conectadas a través de un conductor de protección llamado PE (del inglés protective earth), y de un conductor de puesta a tierra, a otra toma de tierra (tierra de protección), eléctricamente independiente de la toma de tierra de servicio. Esto se puede ver en la siguiente imagen:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 111 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

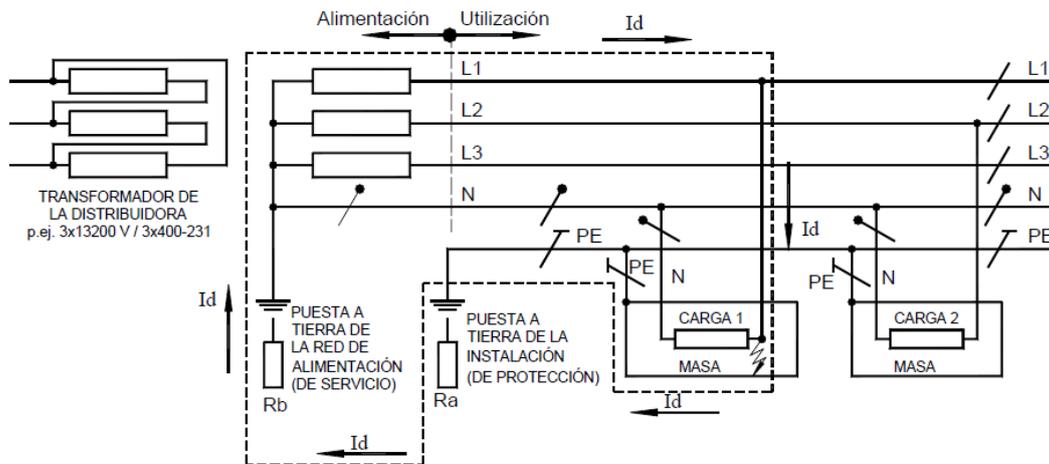


Figura MC-1. Esquema de conexión a tierra TT

Fig-029-06: Conexión puesta a tierra

Para que este esquema cumpla efectivamente sus características, la puesta a tierra de protección tiene que cumplir con el concepto de “tierra lejana”. Para esto, es necesario que la distancia entre la puesta a tierra de servicio y de protección sea de al menos 10 veces el radio equivalente de la jabalina de mayor longitud.

Los valores máximos de la resistencia de puesta a tierra de protección se ven en la siguiente tabla. Estableciéndose un valor de 40Ω como máximo permitido para sensibilidades de 300 mA del interruptor diferencial.

Tabla 771.3.I – Valores máximos de resistencia de puesta a tierra de protección

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω) para U_l 50 V	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω) para U_l 24 V	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω)
Sensibilidad baja	20 A	2,5	1,2	0,6
	10 A	5	2,4	1,2
	5 A	10	4,8	2,4
	3 A	17	8	4
Sensibilidad media	1 A	50	24	12
	500 mA	100	48	24
	300 mA	167	80	40
Sensibilidad alta	100 mA	500	240	40
	Hasta 30 mA inclusive	Hasta 1666	800	40

Con el fin de obtener una instalación lo más segura posible, y pensando en que a lo largo del tiempo se puede ir reduciendo la efectividad de la toma de tierra, se propone trabajar con una resistencia en torno a los **5 Ω** .

Para lograr esto, se realizará la toma a tierra con una o más jabalinas redondas de acero-cobre, con diámetro y largo mínimos de 12,6 mm y 2000 mm, respectivamente, construidas bajo Norma IRAM 2309.

De ser necesaria la instalación de más de una jabalina, la separación entre ellas será como mínimo el doble de la longitud de la más larga, para cumplir con la condición de “tierra lejana”.

Selección de jabalina (Ja-01-GAE-SE)

Con el fin de obtener una instalación lo más segura posible, y pensando en que a lo largo del tiempo se puede ir reduciendo la efectividad de la toma de tierra, se propone trabajar con una resistencia en torno a los **5 Ω** .

Para lograr esto, se realizará la toma a tierra con una o más jabalinas redondas de acero-cobre, con diámetro y largo mínimos de 12,6 mm y 2000 mm, respectivamente, construidas bajo Norma IRAM 2309.

De ser necesaria la instalación de más de una jabalina, la separación entre ellas será como mínimo el doble de la longitud de la más larga, para cumplir con la condición de “tierra lejana”.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 113 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Tabla 771.3.II - Radios equivalentes para electrodos IRAM 2309 y 2310

Designación comercial	Diámetro exterior (mm)	Longitud (m)	10 Re (m)
1 / 2 "	12,6	1,5	3,2
		2,0	4,0
		3,0	5,4
		4,5	7,6
		6,0	9,8
		1,5	3,2
5 / 8 "	14,6	2,0	4,0
		3,0	5,6
		4,5	7,8
		6,0	10,0
		1,5	3,4
3 / 4 "	16,2	2,0	4,2
		3,0	5,8
		4,5	8,0
		6,0	10,2
		1,5	3,4

Se selecciona una jabalina de la marca GENROD modelo L1420



Fig-030-06: Jabalina

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 114 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Código	Denominación	Descripción
JLJC1010	Jab 3/8" x 1000 mm*	jabalina 3/8 x 1000 mm
JLJC1015	L1015	Jabalina 3/8" x 1500 mm
JLJC1020	L1020	Jabalina 3/8" x 2000 mm
JLJC1210	Jab 1/2" x 1000 mm*	Jabalina 1/2 x 1000 mm
JLJC1215	L1415	Jabalina 1/2" x 1500 mm
JLJC1220	L1420	Jabalina 1/2" x 2000 mm
JLJC1230	L1430	Jabalina 1/2" x 3000 mm
JLJC1610	Jab 5/8" x 1000 mm*	Jabalina 5/8" x 1000 mm
JLJC1615	L1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm
JLJC1620	L1620	Jabalina 5/8" x 2000 mm
JLJC1630	L1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm
JLJC1910	Jab 3/4" x 1000 mm*	Jabalina 3/4" x 1000 mm
JLJC1915	L1815	Jabalina 3/4" x 1500 mm
JLJC1920	L1820	Jabalina 3/4" x 2000 mm
JLJC1930	L1830	Jabalina 3/4" x 3000 mm

* De acuerdo con la norma IRAM 2309 las jabalinas de largo menor a 1500 mm no se normalizan.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 115 de
141

Caja de inspección (Ci-01-GAE-SE)

Código	Descripción
CI 1	25 x 25 cm Fundición hierro
CI 2	15 x 15 cm Fundición hierro
CI 7	15 x 15 cm Fundición Aluminio
CI 3	25 x 25 cm. Sin borne de neutro.
CI 6	15 x 15 cm. Sin borne de neutro.

Fig-029-06: Caja de inspección

Conductor de puesta a tierra (Le-04-GAE)

El cable de acero-cobre para la interconexión de ambos electrodos, también de la firma Genrod, es el ACC35.

Para la selección de los conductores que unan las jabalinas se prosigue como nos indica la AEA que tiene que cumplir con condiciones como la de la tabla siguiente:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 116 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Tabla 771-C.II - Secciones mínimas de los conductores de puesta a tierra y de protección

Sección de los conductores de línea de la instalación S [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección " S_{PE} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra " S_{PAT} " [mm ²]	
	Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) es del mismo material que el conductor de línea	Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) no es del mismo material que el conductor de línea
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$S/2$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

Donde:
 k_1 es el valor de k para el conductor de línea, elegido de la Tabla 771.19.II, de acuerdo con los materiales del conductor y su aislación,
 k_2 es el valor de k para el conductor de protección, elegido de las tablas 771-C.III a 771-C.VII, según corresponda.

K1 sera:

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

k							
Aislación de los conductores	PVC \leq 300 mm ²	PVC $>$ 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral		
					PVC	Desnudo	
Temperatura inicial °C	70	70	90	60	70	105	
Temperatura final °C	160	140	250	200	160	250	
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 117 de
141

K2 sera:

Tabla 771-C.III - Valores de k para conductores de protección aislados, no incorporados a los cables y no agrupados con otros cables

Aislación del conductor	Temperatura [°C] ^b		Material del conductor		
	Inicial	Final	Cobre	Aluminio	Acero
			Valores de k ^c		
70 °C PVC	40	160/140 ^a	136/126 ^a	90/83 ^a	50/46 ^a
90 °C PVC	40	160/140 ^a	136/126 ^a	90/83 ^a	50/46 ^a
90 °C EPR o XLPE	40	250	170	113	62
60 °C Goma	40	200	153	101	56
85 °C Goma	40	220	160	106	58
Caucho siliconado	40	350	196	130	71

^a El menor valor se aplica a conductores aislados en PVC de una sección mayor a 300 mm².
^b Los límites de temperatura para los distintos tipos de aislación están dados en IEC 60724.
^c el valor de k resultará de aplicar lo indicado en el Anexo A del Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

Calculamos la sección

$$S = \frac{115}{136} * 2.5mm = 2.1mm$$

Se selecciona el de menor diámetro disponible cumpliendo ampliamente con los requerimientos del mismo.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 118 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Código	Descripción
ACC16	Cable Acero Cobre (16 mm ²)
ACC25	Cable Acero Cobre (25 mm ²)
ACC35	Cable Acero Cobre (35 mm ²)
ACC50	Cable Acero Cobre (50 mm ²)
ACC70	Cable Acero Cobre (70 mm ²)
ACC95	Cable Acero Cobre (95 mm ²)
ACC120	Cable Acero Cobre (120 mm ²)



Fig-030-06: Cable de acero y cobre

La resistencia de dispersión a tierra de estos elementos puede calcularse como lo indica el Reglamento de la AEA 90364 en su anexo C. Para esto se necesita conocer el valor de la resistividad del terreno, el cual se estima para la zona, según el tipo de suelo, es 50 Ω m. Si en el momento de realizado el estudio de suelo, se arroja un valor diferente de resistividad, los cálculos quedarán sujeto a cambios.

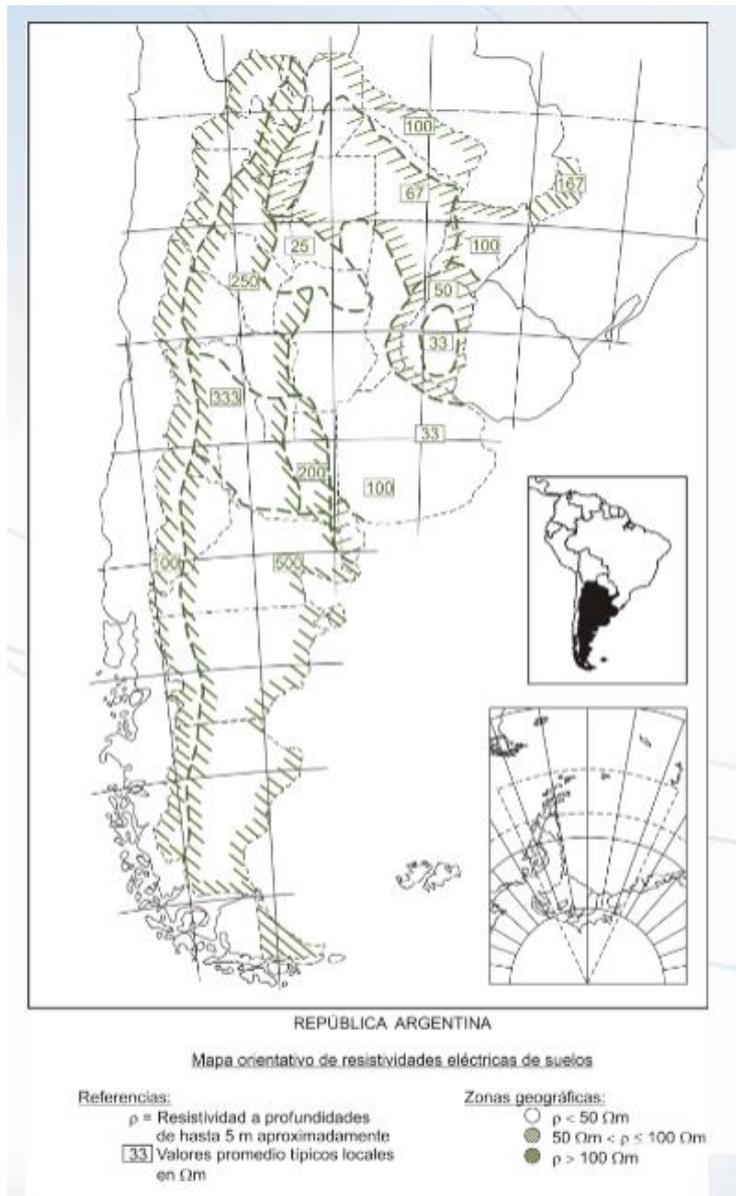


Fig-031-06: Resistividad de Argentina

Procedemos a calcular con los datos obtenidos.

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(\ln \left(\frac{8L}{d} - 1 \right) \right)$$

Donde:

ρ es la resistividad del terreno.

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 120 de
141

L es la longitud de la jabalina.

d es el diámetro de la jabalina.

$$R = \frac{50\Omega m}{2 * \pi * 2m} * \ln\left(\frac{8 * 2m}{0,0126m} - 1\right) = 28,43\Omega$$

Resistencia para un conductor desnudo enterrado horizontalmente:

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(\ln \frac{4L}{d} + \ln \frac{L}{h} - 2 + \frac{2h}{L} - \frac{h^2}{L} + \frac{h^4}{L} \right)$$

Donde

h es la profundidad de enterrado del conductor.

L es la longitud del conductor.

d es el diámetro del conductor.

$$R = \frac{50\Omega m}{2 * \pi * 4m} * \left(\ln \frac{4 * 4m}{0.00451} + \ln \frac{4m}{0.2} - 2 + \frac{2 * 0.2m}{4m} - \frac{(0.2m)^2}{4m} + \frac{(0.2m)^4}{4m} \right)$$

$$R = 13.4\Omega$$

Se seleccionan 3 jabalinas redondas de 12,6 mm de diámetro y una longitud de 2 metros, las cuales irán hincadas con una separación de 5 metros entre ellas, siendo ésta mayor al doble de sus longitudes. Se unirán entre ellas con un conductor de acero-cobre desnudo con una sección de 16 mm², construido bajo Norma IRAM 2467. La conexión entre el conductor de puesta a tierra y la jabalina podrá ser realizada por soldadura exotérmica (por ejemplo, cuproaluminotérmica), conectores a presión, morsas u otros conectores mecánicos.

La resistencia resultante de las tres jabalinas y el conductor desnudo es:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 121 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

$$R_{total\ PAT} = \frac{1}{\frac{1}{28.43\Omega} + \frac{1}{28.43\Omega} + \frac{1}{28.43\Omega} + \frac{1}{13.4\Omega} + \frac{1}{13.4\Omega}}$$

$$R_{total\ PAT} = 3.92\ \Omega$$

Por lo tanto, se puede ver que la resistencia de dispersión de la toma de tierra de protección es menor a los 5 Ω propuestos, por lo tanto, verifica satisfactoriamente.

Sistema de control

Para tener un adecuado manejo en el accionar tanto en la bomba de recirculado como la de calentamiento y en la antorcha, se dispondrá de los siguientes componentes:

Medición de la temperatura (Tp-01-GAE-SE)

Para saber la temperatura dentro del biodigestor se colocará un Termostato digital el cual estara dispuesto en la laguna cerca del sistema de calentamiento, el cual tendra como función sensar la temperatura de la laguna anaeróbica y cuando descienda la temperatura por debajo de 37,5 °C se accionara la bomba de calentamiento y lo contrario cuando esta alcance los 38,5°C.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 122 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------



Fig-032-06: Termostato

Marca: STC 1000

Rango de temperatura: (-50 – 90) °C

Resolución: 0,1 °C.

Dimensiones: 84x69x34 mm.

Consumo: menor a 3 W

Precisión: +/- 1°C

Retardo de error en el sensor: 1 minuto.

Sensor: NTC 1 metro de largo.

Voltaje de funcionamiento: 220V.

Temporizador (Tt-01-GAE-SE)

Para el accionamiento de la bomba de recirculado del efluente, se le colocará un Temporizador y Ciclador programable, con este tendremos controlado el tiempo de recirculado y cada cuanto lo realizaremos. El mismo posee las siguientes características:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 123 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------



Fig-033-06: Temporizador

Marca: Inter

Modelo: RR-VDU

Alto, Ancho, Largo: 75x24x95 mm.

Alimentación: 220 Vca.

Salida a rele mecanico: (NC-C-NA).

Tiempo mínimo – Tiempo máximo: 0,01s – 99 h

Presión (Ps-01-GAE-SE)

El dispositivo que se selecciona a continuación es para controlar el accionamiento de la antorcha con distintos fines, sea para el peligro de contaminación de la atmosfera al liberarse el metano por rajadura de la membrana, como también el daño del biodigestor si esto pasará. Otro de los motivos de requerir el accionamiento de la antorcha es en el caso de que se pare el generador por algún motivo.

Por esto se seleccionará de la página de WIKA, un Presostato diferencial y conmutación directa de una carga eléctrica para gases y líquidos de medios agresivos y contaminados. Las características de este son:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 124 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Caja del interruptor robusta de acero inoxidable 316L

Protección IP 65, NEMA 4

Temperatura ambiental (-30 a 85) °C.

Posee microinterruptores que facilitan la conmutación directa de una carga eléctrica de hasta 250 VAC, 25 A.

Modelo: DW

Rango de ajuste: (0 a 0,16) bar.

Conexión a proceso: Rosca hembra de ¼"

Conexión eléctrica: ½

Célula ΔP : L



Fig-034-06: Presostato

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 125 de
141

Dimensiones en mm

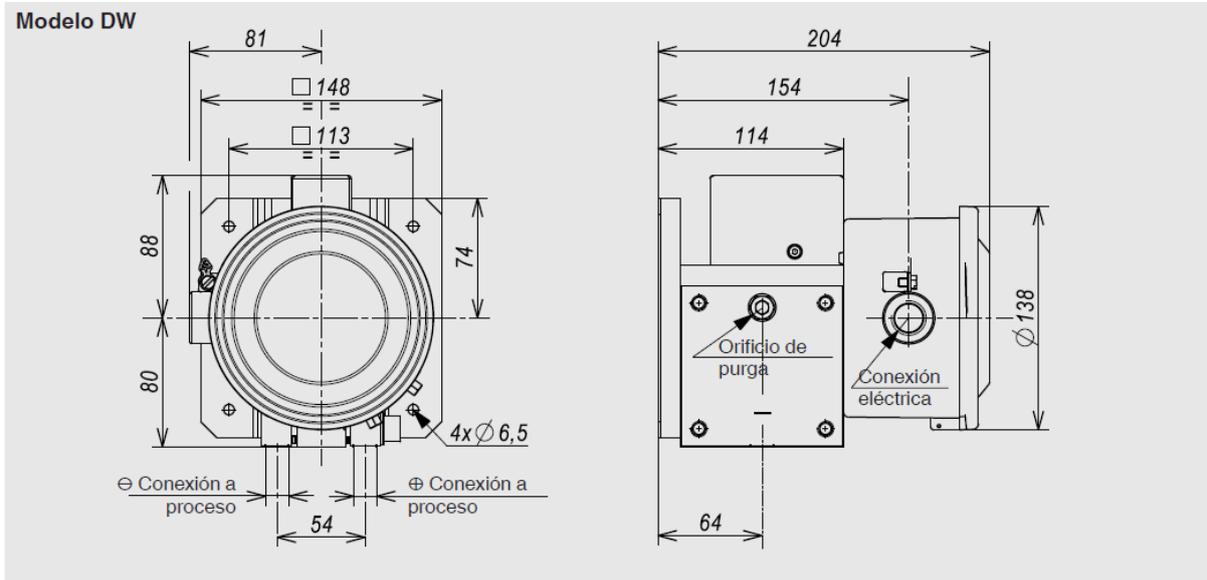


Fig-035: Dimensiones Presostato

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 126 de
141

Estudios de vinculación civil.

Laguna anaeróbica (Lan-01-BIO-SF).

Esta es una laguna artificial, está ya se encuentra en el establecimiento y es el destino del purín de cerdo. Será cubierta con una membrana para así aprovechar la digestión anaeróbica del efluente y obtener biogás.

Laguna aeróbica (Lae-01-UDR-SF)

Igual que la laguna anaeróbica, es una pileta que ya se encuentra construida de 40 x 90 metros donde irán los desechos para luego usarlos para el riego, el cual posee grandes propiedades como fertilizante.

Recinto del generador

Referencia normativa 1 (Ítem 711-0.12): Requisitos a tener en cuenta en el diseño de los locales para los grupos electrógenos instalados en forma fija y permanente

Nota: Esta cláusula no se aplica a los grupos electrógenos portátiles.

Los grupos electrógenos instalados en forma fija y permanente deben estar montados en recintos destinados exclusivamente a contenerlos, no permitiéndose la utilización de dichos recintos como almacén o depósito.

El recinto deberá tener las dimensiones suficientes como para albergar al grupo electrógeno propiamente dicho y a todos sus accesorios, por ejemplo: tanques de combustible, tanques de aire comprimido para el arranque, baterías de arranque, tablero eléctrico de protección, sistema de ventilación, sistema para el escape de los gases, tablero de transferencia, etc.

El recinto debe ser diseñado y construido de forma tal que:

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 127 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

- a. Se facilite el ingreso y retiro del grupo generador completo y de sus partes, incluyendo para estas, el movimiento vertical.
- b. Tenga una adecuada y fácil evacuación de los gases de escape, con silenciadores adecuados (ver ítem siguiente).
- c. Tenga bajos niveles de ruido y vibración, según los valores establecidos en el Anexo V del Decreto Reglamentario W 351/79 de la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y en resoluciones complementarias.
- d. Posea una adecuada ventilación.
- e. Tenga fácil acceso a los tanques de combustibles.
- f. Tenga fácil acceso al tablero eléctrico de comando, protección y/o transferencia.
- g. Sus fundaciones y su estructura sean adecuadas al peso del grupo ya las solicitaciones que el mismo ejercerá sobre el edificio.
- h. Se faciliten las tareas de mantenimiento, control y verificación.

Para permitir desarrollar estas últimas tareas se exige que en los recintos se prevean pasillos de circulación sobre ambos laterales del grupo de un ancho libre mínima de 1 m, sobre la parte posterior un espacio como mínimo igual al largo del alternador y en la parte anterior un espacio superior a 1,25 m.

La puerta de acceso deberá tener un ancho y una altura tal que permita el ingreso y el retiro del grupo, y como mínimo 1,5 m de ancho y 2 m de altura, ambas dimensiones libres. La puerta deberá abrir hacia afuera del recinto y tendrá un tipo de cerradura que permita en cualquier circunstancia ser abierta desde adentro. Al recinto solo podrá tener acceso personal autorizado y calificado (BA4 y BA5).

Referencia normativa 1 (Ítem 711-0.13): Circuitos de tomacorrientes, de iluminación normal y de iluminación de emergencia.

Todo recinto para grupo electrógeno deberá contar como mínimo con un circuito de iluminación normal con por lo menos dos bocas, y luminarias que permitan obtener al

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 128 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

menos un nivel luminoso de 200 lux, según lo exige el Decreto Reglamentario W 351/79 de la Ley W 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

De la misma forma todo recinto para grupo electrógeno deberá contar como mínimo con un circuito especial de tomacorrientes monofásico con, por lo menos, dos bocas: en una de ellas deberá existir un tomacorriente de 2x10+T Norma IRAM 2071, y en la otra un tomacorriente de 2x20+ T IRAM 2071 o de 2x16+ T Norma IRAM-IEG 60309 o IEG 60309. En caso que por necesidades de proyecto se requieran tomacorrientes trifásicos los mismos deberán responder a la Norma IRAM-IEG 60309 o IEG 60309 de 3P+N+T.

Asimismo, se deberá prever en todo recinto para grupo electrógeno, como mínimo, un circuito de iluminación de emergencia que permita iluminar las salidas, los tableros de comando y transferencia y los pasillos de circulación hacia salidas y tableros. Los circuitos de iluminación de emergencia deberán ser independientes de los circuitos de iluminación normal y deberán tener luminarias que aseguren como mínimo 30 lux a 0,8 m del piso, según la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, en todos los sectores indicados.

Zanjado (Z-01-GAE-SC)

Para el traslado subterráneo de las líneas de agua, biogás y electricidad, se requiere de la realización de una zanja en la cual se asientan los caños y conductores en canto rodado y luego se los cubre con una capa de arena de 30 cm y por último 30 cm de tierra, o suelo del lugar. Lográndose la resistencia necesaria para proteger las líneas.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 129 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

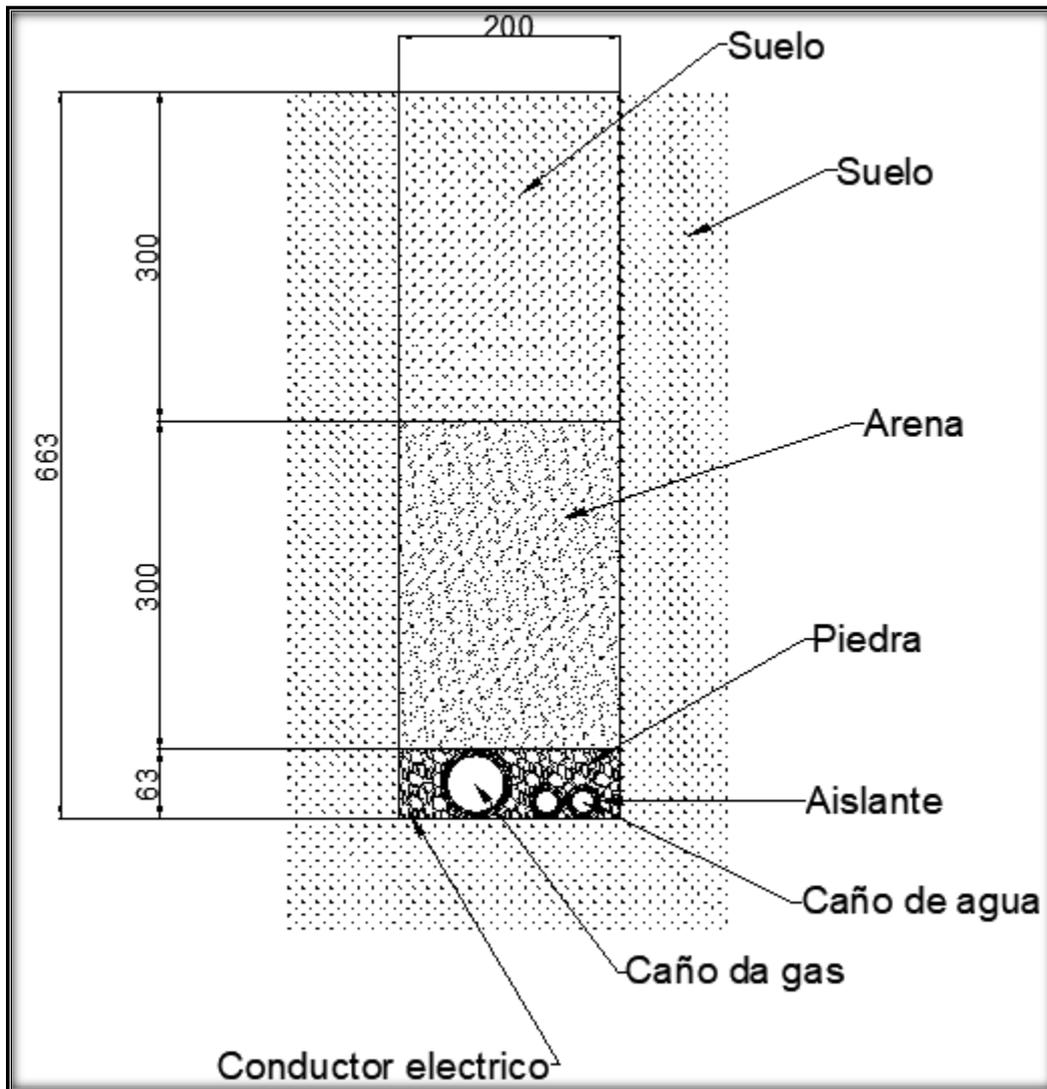


Fig-040: Zanjado

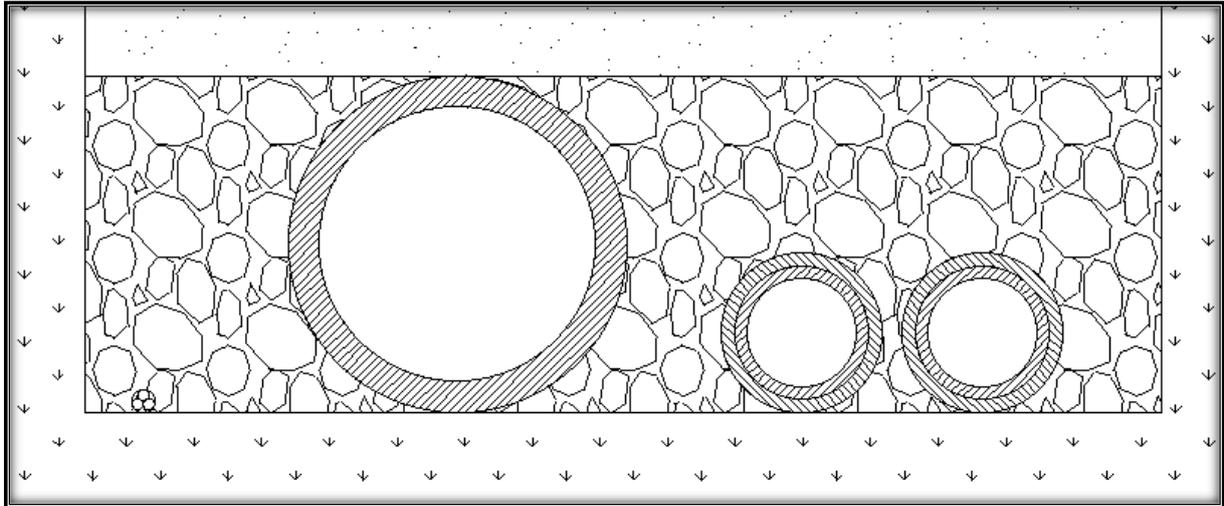


Fig-041: Detalle del Zanjado

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 131 de
141

Identificación de peligros

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Instructivo PFC y Lista de Chequeo

Alcance (Proyecto / Sector / tareas):

Realizó:	Fecha:	Aprobó:	Fecha:
----------	--------	---------	--------

- Explore** la **Ingeniería Básica** con el objeto de identificar Peligros y colocar un código de referencia (Ref.)
- Reporte** en el capítulo **Evaluaciones de Impacto** del documento **Memorias** cada peligro identificado en esta planilla
- Analice los Riesgos de** cada exposición para las: Personas, Ambiente, Activos y Calidad de Productos
- Desarrolle** los **Controles de Ingeniería y Administrativos** del caso.

PELIGRO QUIMICO	
(reacciones)	Ref.
<input type="checkbox"/> Tóxico	
<input type="checkbox"/> Acido	
<input type="checkbox"/> Alcalino	
<input checked="" type="checkbox"/> Combustión	
<input type="checkbox"/> Deflagración	
<input checked="" type="checkbox"/> Oxidación	
<input type="checkbox"/> Exotermia	
<input type="checkbox"/> Cristalización	
<input type="checkbox"/> Explosión	
<input type="checkbox"/> Autoaceleración	

PELIGRO FISICO	
(energías)	Ref.
<input type="checkbox"/> Gravitatoria	
<input checked="" type="checkbox"/> Eléctrica	
<input checked="" type="checkbox"/> Térmica	
<input type="checkbox"/> Radiante	
<input checked="" type="checkbox"/> Sonora	
<input checked="" type="checkbox"/> Presión	
<input type="checkbox"/>	

PELIGRO MECÁNICO	
(mecanismos)	Ref.
<input type="checkbox"/> Choque	
<input type="checkbox"/> Aplastamiento	
<input type="checkbox"/> Aprisionamiento	
<input type="checkbox"/> Corte	
<input type="checkbox"/> Cizalla	
<input type="checkbox"/> Punzonado	
<input type="checkbox"/> Pinchado	
<input type="checkbox"/>	

PELIGRO ERGONOMICO	
(exposicion del cuerpo)	Ref.
<input type="checkbox"/> Postura Insanas	
<input type="checkbox"/> Esfuerzo mayor	
<input type="checkbox"/> Repetición	
<input type="checkbox"/> Espacio	
<input type="checkbox"/>	

PELIGRO BIOLÓGICO	
(flora y fauna)	Ref.
<input type="checkbox"/> Picadura	
<input type="checkbox"/> Mordedura	
<input type="checkbox"/> Tóxico	
<input type="checkbox"/> Infección	
<input type="checkbox"/> Microorganismos	
<input type="checkbox"/> Virus y Bacterias	

PELIGRO AMBIENTALES	
(clima)	Ref.
<input type="checkbox"/> Tierras en el aire	
<input type="checkbox"/> Aluviones	
<input type="checkbox"/> Vientos extremos	
<input type="checkbox"/> Inundaciones	
<input type="checkbox"/> Granizadas	
<input type="checkbox"/> Terremotos	
<input type="checkbox"/> Nieve	
<input type="checkbox"/> Temporal	

PELIGROS PSICOSOCIALES	
(falta o exeso de)	Ref.
<input type="checkbox"/> Trabajo	
<input type="checkbox"/> Exigencias	
<input type="checkbox"/> Responsabilidad	
<input type="checkbox"/> Participación	
<input type="checkbox"/> Cambios	
<input type="checkbox"/> Inseguridad	
<input type="checkbox"/> Comunicación	
<input type="checkbox"/> Estabilidad	
<input type="checkbox"/> Acoso y violencia	

Planilla desarrollada para análisis de los PFC-UTN-FRCU

gustavo puente 2021

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 132 de 141
--	------------------------------------	----------------	----------------------

Tipo	Elemento	N°	Bloque	Descripción	Código
Eléctrico	E	01	GAE	Peligro de electrocución en generador-tablero-cableado	E-01-GAE
Térmico	T	01	GAE	Peligro de quemadura en instalación de agua a 80°C	T-01-GAE
Sonoro	S	01	GAE	Nivel sonoro del motogenerador	S-01-GAE
Presión	P	01	BIO	Presión en el biodigestor	P-01-BIO
Combustión	C	01	EAB	Peligro de combustión en la planta de tratamiento de biogás	C-01-EAB
Oxidación	O	02	EAB	Oxidación en los componentes de la planta de biogás	O-02-EAB

Peligro eléctrico (E-01-GAE)

Para reducir este peligro se seleccionaron las protecciones eléctricas necesarias y acordadas para la instalación, a fin de proteger los conductores, los equipos y las personas.

- Protección termomagnética (Ia-01-GAE-SE)
- Protección diferencial (Dy-01-GAE-SE)

En la sala del motogenerador y tablero principal, constara con acceso restringido a personal calificado y autorizado, de igual forma constara con la cartelería correspondiente, según IRAM 10005.

Peligro térmico (T-01-GAE)

Este peligro se encuentra en el circuito de recalentamiento del biodigestor.

Para reducir riesgos, la cañería se encuentra enterrada y las válvulas de maniobra en compartimentos cerrados.

La bomba se encuentra en la sala del motogenerador la cual constara con acceso restringido a personal calificado y autorizado, además de su cartelería correspondiente, según IRAM 10005.

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 133 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

También se tiene peligro térmico en el tablero principal, aunque este no es hacia las personas, puede hacer disparar las protecciones de forma inadecuada.

Para controlar esto se seleccionó un tablero con el correspondiente poder de disipación térmica.

- Tablero principal Te-01-GAE-SE

Peligro sonoro (S-01-GAE)

El nivel sonoro del motogenerador, puede ser perjudicial para la salud de los operarios de mantenimiento.

En nuestro caso el generador consta de una casilla insonorizada que reduce el nivel de ruido a 1m de un máximo de 70db.

Se recomendará el uso de protección auditiva en caso de mantenimiento en el recinto del generador.

Peligro por presión (P-01-BIO)

Este peligro se encuentra en el biodigestor dado que este tiene las características de ser un recipiente cerrado a presión.

A pesar de que el biodigestor solo tiene una presión de 20mBar este constara con dos elementos de seguridad capaces de reducir la presión del mismo, esto son:

- Antorcha (An-01-EAB-SB)
- Válvula de seguridad (Vs-01-EAB-SB)

Peligro de combustión (C-01-EAB)

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 134 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

La presencia de un fluido inflamable como lo es el biogás requiere de una especial atención a la hora de dimensionar y proteger los equipos en caso de una llama.

Para esto se seleccionó un arrestallama, encargado de evitar que una llama llegue mediante las tuberías y dañe los equipos.

- Arrestallama Ar-01-EAB-SB

Peligro de oxidación (O-02-EAB)

El biogás aparte de ser un combustible, también es un agente oxidante debido al contenido de azufre y de humedad, por esto es que se seleccionaron:

- Tubería de plástico Lbg-01-EAB
- Filtro de azufre F-01-EAB-SB
- Filtro de humedad F-02-EAB-SB

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 135 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Análisis económico**Inversión inicial.**

Se obtuvieron los valores de los equipos y accesorios necesarios para cada sistema de este proyecto, todos los valores están dolarizados a la fecha 26/02/21 con un valor según Banco de la Nación Argentina, de \$89,95 (ochenta y nueve con 95/100).

Presupuestos

Presupuesto Ing. Mecánica				
Descripción	Código	Cantidad	Precio unitario (usd)	Total (usd)
Membrana superior	Me-01-BIO-SM	51x41 m	44892,33	44892,33
Válvula de seguridad	Vs-01-EAB-SB	1	27,82	27,82
Moto-generador	MG-01-GAE-SM	1	69062,5	69062,5
Total				113982,65

Presupuesto Ing. De Eléctrica				
Descripción	Códigos	Cantida d	Precio unitario (usd)	Total (usd)
Medidor de energía Elster	Mee-01-GAE-SE	1	288,07	288,07
Sintenax Valio 2,5 mm	Le-03-GAE	40	3,4	136
Tablero Principal Seccional 95/50	Le-01-GAE+Le-02- GAE	50	86,04	4302
Interruptor automático	Ia-01-GAE-SE	1	225,31	225,31
Protección diferencial	Dy-01-GAE-SE	1	684,64	684,64
Relé de control multifunción	Rm-01-GAE-SE	1	536,44	536,44
Protección galvánica	Tpg-01-GAE-SE	1	4897,12	4897,12
Protección contra sobretensiones	Is-01-GAE-SE	1	290,18	290,18

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 136 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Barra de alimentación general	Br-01-GAE-SE	1	275,22	275,22	
Tablero eléctrico principal	Te-01-GAE-SE	1	435,61	435,61	
Acometida	Ac-01-GAE-SC	1	107,3	107,3	
Interruptor automático	Ia-02-GAE-SE	4	62,39	249,56	
Protección diferencial	Dy-02-GAE-SE	1	147,31	147,31	
Tablero secundario	Te-02-GAE-SE	1	27,76	27,76	
Jabalina	Ja-01-GAE-SE	1	151,1	151,1	
Soldaduras y cable					
Conductor puesta a tierra					Le-04-GAE
Caja de inspección jabalina					Ci-01-GAE-SE
Bandeja perforada	Bp-01-GAE-SE	21	3,89	81,69	
Total				12835,31	

Presupuesto Sistema de control

Descripción	Código	Cantidad	Precio unitario (usd)	Total (usd)
Termostato	Tp-01-GAE-SE	1	28,3333	28,3333
Temporizador	Tt-01-GAE-SE	1	65,25	65,25
Presostato difer	Ps-01-GAE-SE	1	1669,45	1669,45
Total				1763,0333

Presupuesto Ing. De Biogás

Descripción	Código	Cantidad	Precio unitario (usd)	Total (usd)
Tubería de biogás	Lgb-01-EAB	7 barras	63,08	441,56
Tubería de biogás	
Tubería de biogás	Lgb-07-EAB	98 b	38,39	3762,22
Deshumificador	F-01-EAB-SB	1		
Desulfurador	F-02-EAB-SB	1	6000	6000
Costo de envío Puxin			869	869
Soplador	S-01-EAB-SB	1	1764,05	1764,05

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 137 de
141

Caudalimetro	Q-01-EAB-SB	1	536,78	536,78
Antorcha	An-01-EAB-SB	1	15000	15000
Arrestallama	Ar-01-EAB-SB	1	990	990
Zanjado	Z-01-GAE-SC	380	3,34	1269,2
Codo d=63mm	ACC-01-EAB-SB	26	17,4	469,3
Tee d=63mm	ACC-02-EAB-SB	5	24,36	121,8
Válvula 1/4 de vuelta d=63mm	ACC-03-EAB-SB	10	21,44	214,4
Tubo hembra d=63mm	ACC-04-EAB-SB	6	26,16	156,96
Adaptador brida d=63mm	ACC-05-EAB-SB	6	6,25	37,5
Total				31632,77

Presupuesto Ing. Hidráulica				
Descripción	Código	Cantidad	Precio unitario (usd)	Total (usd)
Tubería recirculado descarga	Lx-02-BIO	65	7,61	494,65
Aislación intemperie		30	12,62	378,6
Tubería recirculado aspiración	Lx-03-BIO	34	20,12	684,08
Aislación intemperie		24	7,9	189,6
Bomba recirculado	P-01-BIO-SH	1	3500	3500
Bomba para calentamiento	P-02-GAE-SH	1	228,76	228,76
Tubería aspiración calent.	Lw-01-GAE	1,5	14,6	21,9
Aislación aspiración		1,5	2,08	3,12
Tubería descarga calent.	Lw-02-GAE	392	5,14	2014,88
Aislación		392	0,6	235,2
Intercambiador de calor	Ic-01-BIO-SH	1	1030,89	1030,89
Bridas	Bd-01-GAE-SH Bd-02-GAE-SH Bd-04-GAE-SH Bd-05-GAE-SH	4	27,82	111,28
Adaptador brida d=110mm	ACC-06-BIO-SH	1	14,31	14,31
Válvula 1/4 de vuelta d=110mm	ACC-07-BIO-SH	1	246,37	246,37

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 138 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Buje reducción de 180mm a 110mm	ACC-08-BIO-SH	1	21,79	21,79
Tee d=180mm	ACC-09-BIO-SH	1	48,05	48,05
Codo d=180mm	ACC-10-BIO-SH	3	38,94	116,82
Adaptador brida d=90mm	ACC-11-BIO-SH	1	8,04	8,04
Válvula 1/4 de vuelta d=90mm	ACC-12-BIO-SH	1	180,1	180,1
Codo d=90mm	ACC-13-BIO-SH	3	25,48	76,44
Buje reducción de 110mm a 90mm	ACC-14-BIO-SH	1	12,21	12,21
Codo d=110mm	ACC-15-BIO-SH	2	40,97	81,94
Codo d=25mm	ACC-16-GAE-SH	20	5,68	113,6
Adaptador brida d=25mm	ACC-17-GAE-SH	1	0,26	0,26
Válvula 1/4 de vuelta d=25mm	ACC-18-GAE-SH	4	13,78	55,12
Adaptador brida d=50mm	ACC-19-GAE-SH	2	2,53	5,06
Codo d=50mm	ACC-20-GAE-SH	2	20,6	41,2
Válvula 1/4 de vuelta d=50mm	ACC-21-GAE-SH	2	52,33	104,66
Total				10018,93

Presupuesto Ing. Civil				
Descripción	Código	Cantidad	Precio unitario (usd)	Total (usd)
Recinto del generador	Rc-01-GAE-SC	1	1549,7	1549,7
Recinto de filtrado	Rc-01-GAE-SC	1	1549,7	1549,7
Total				3099,4

Total

Lográndose un total de:

Presupuesto final	usd	\$
Presupuesto	173332,09	
Mano de obra	51999,62	
TOTAL	225331,72	20246055,16

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 139 de 141
---	-----------------------------	---------	----------------------

Análisis de retorno de inversión

Para el cálculo del retorno de inversión se adoptó el consumo pico de la granja en 80 kWh el cual son aproximadamente 10 horas al día, el resto del día el consumo decae por debajo del 50%, quedando un valor de 38kWh.

Consumos de la granja

Junto con el tarifario de la empresa distribuidora de energía y los horarios de las distintas franjas horarias se obtuvieron los siguientes valores que detallan el precio y el consumo a lo largo de un día:

Consumos de la granja				
	\$/Kwh	Horas	Consumo Kw	Consumo \$
Horas de punta	2,8926	6	87	1509,93
Valle noc.	2,6464	5	45	595,44
Horas rest.	2,7675	9	45	1120,83
		4	87	963,09
Total				4189,30

Preparó:
Campodónico Jonathan E.
Rodas Catriel F.

Revisó:
G.P.
15/03/21

Aprobó:

Página 140 de
141

Ahorros por generación.

En la siguiente tabla se obtienen los valores de ahorros de acuerdo a los kW generados con el biogás obtenido en el digestor.

Se tiene que el precio de venta de a la distribuidora es de 2,6\$/kW del valor de compra.

Generación de la granja					
	\$/Kwh	Horas	Generación en Kw	kW generados en \$	kW vendidos en \$
Horas de punta	2,8926	6	72	1249,60	0
Valle noc.	2,6464	5	72	595,44	351
Horas rest.	2,7675	9	72	1120,83	631,8
		4	72	797,04	0
Total				4745,72	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en
Granja de cerdos.

Anexos Complementarios.

Proyecto Nº: PFC 2012-A

Autores:

Campodónico, Jonathan E.
Rodas, Catriel F.

Tutor:

Ing. Matías Martín

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. Aníbal de Carli

AÑO 2021

Índice:

Anexo A Normativas de aplicación

Anexo B Codificación y Nomencladores del proyecto

Anexo D Definiciones y Glosarios

Anexo H Referencias Bibliográficas y Catálogos

Anexo P Planos

Anexo A

Leyes

A nivel nacional:

- Constitución nacional Art. 41. Derecho de todos los habitantes a gozar de un ambiente sano.
- Ley 25675 Ley general de ambiente.
- Ley 25688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.
- Ley Nacional N° 26.093: “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones.”
- Ley nacional 27.191: “Ley 26190. Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. Modificación “
- Ley 24051 Residuos peligrosos - Generación, manipulación, transporte y tratamiento.

A nivel provincial

- Ley N° 6260 Prevención y control de la contaminación por parte de las Industrias.
- Decreto N° 5837/91 Establece, de acuerdo a los lineamientos de la ley 6260.

Normas

1. Asociación Electrotécnica Argentina (AEA)
2. Sistema Internacional de Unidades (SI)
3. IRAM 4500 a IRAM 4540 (Dibujo técnico)
4. IRAM 10005

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 1 de 1
---	-----------------------------	---------	---------------

Anexo B

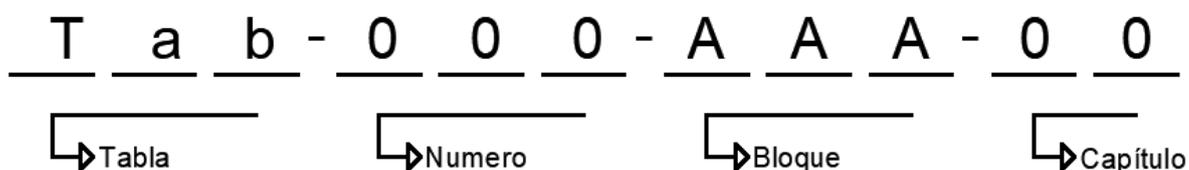
Codificación de Imágenes y Figuras.

 F i g - 0 0 0 -

Fig	019	06	Fig-019-06	Protección diferencial
Fig	020	06	Fig-020-06	Relé de control
Fig	021	06	Fig-021-06	Transformador
Fig	022	06	Fig-022-06	Tablero principal
Fig	023	06	Fig-023-06	Montaje de gabinete
Fig	024	06	Fig-024-06	Dimensiones de los gabinetes
Fig	025	06	Fig-025-06	Diagrama unifilar circuito secundario
Fig	026	06	Fig-026-06	interruptor termomagnético
Fig	027	06	Fig-027-06	Protección diferencial 2
Fig	028	06	Fig-028-06	Tablero secundario
Fig	029	06	Fig-029-06	Caja de inspección
Fig	030	06	Fig-030-06	Cable de acero y cobre
Fig	031	06	Fig-031-06	Resistividad de Argentina
Fig	032	06	Fig-032-06	Termostato
Fig	033	06	Fig-033-06	Temporizador
Fig	034	06	Fig-034-06	Presostato
Fig	035	04	Fig-035-04	Sistema completo
Fig	036	04	Fig-036-04	Bloque Biodigestor
Fig	037	04	Fig-037-04	Bloque de extracción, acondicionamiento y bombeo
Fig	038	06	Fig-038-06	Arrestallama
Fig	039	04	Fig-039-04	Diagrama de proceso
Fig	040	06	Fig-040-06	Zanjado
Fig	041	06	Fig-041-06	Detalle zanjado
Fig	042	02	Fig-042-02	Ubicación del país
Fig	043	02	Fig-043-02	Ubicación de la provincia
Fig	044	02	Fig-044-02	Ubicación de la ciudad
Fig	045	02	Fig-045-02	Ubicación de la granja

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 2 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

Codificación de Tablas.



Bloques	Código
Biodigestor	BIO
Extracción y acondicionamiento del biogás	EAB
Generación y acople de energía eléctrica	GAE
Utilización de efluentes líquido del digestor para riego	UDR

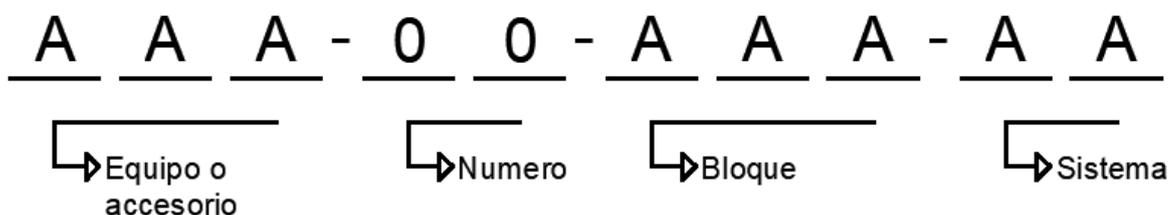
Capítulos	Código
Anexo II	01
Introducción	02
Objetivos	03
Ing. Básica	04
Ing. Detalle	05
Mem. Calculo	06
Anexos complementarios	07

Lista de Tablas codificadas.

Tipo	N°	Capitulo	Bloque	Código	Descripción
Tab	001	06	Bio	Tab-001-06-Bio	Hf descarga recirculado
Tab	002	06	GAE	Tab-002-06-GAE	W bomba de calentamiento
Tab	003	06	GAE	Tab-003-06-GAE	Línea principal
Tab	004	06	GAE	Tab-004-06-GAE	Línea de tablero principal al seccional
Tab	005	06	GAE	Tab-005-06-GAE	Datos sobre los conductores
Tab	006	04		Tab-006-04	Bloques
Tab	007	04	BIO	Tab-007-04-BIO	Elementos del bloque BIO
Tab	008	04	BIO	Tab-008-04-BIO	Líneas del bloque BIO
Tab	009	04	EAB	Tab-009-04-EAB	Elementos del bloque EAB
Tab	010	04	EAB	Tab-010-04-EAB	Líneas del bloque EAB
Tab	011	04	GAE	Tab-011-04-GAE	Elementos del bloque GAE
Tab	012	04	GAE	Tab-012-04-GAE	Líneas del bloque GAE
Tab	013	04	UDR	Tab-013-04-UDR	Elementos del bloque UDR
Tab	014	04	UDR	Tab-014-04-UDR	Líneas del bloque UDR

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 3 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

Codificación de Equipos y Accesorios.



Bloques	Código
Biodigestor	BIO
Extracción y acondicionamiento del biogás	EAB
Generación y acople de energía eléctrica	GAE
Utilización de efluentes líquido del digestor para riego	UDR

Sistemas	Código
Sistema Mecánico	SM
Sistema Hidráulicos	SH
Sistema de Biogás	SB
Sistema Eléctrico	SE
Sistema Civil	SC
Otro	OO

Lista de Equipos y Accesorios codificados.

Elemento	N°	Bloque	Sector	Descripción	Código
Gr	01	BIO	SC	Granja de cerdos	Gr-01-BIO-SC
Lan	01	BIO	SC	Laguna anaeróbica	Lan-01-BIO-SC
Tk	01	BIO	SB	Tanque de Biogás	Tk-01-BIO-SB
Rc	01	GAE	SC	Recinto generador y filtrado	Rc-01-GAE-SC
P	01	BIO	SH	Bomba de recirculado de efluente	P-01-BIO-SH
P	02	GAE	SH	Bomba de recirculado de agua de recalentamiento	P-02-GAE-SH
Me	01	BIO	SM	Membrana de recubrimiento	Me-01-BIO-SM
Ic	01	BIO	SH	Intercambiador de calor	Ic-01-BIO-SH
F	01	EAB	SB	Deshumidificador	F-01-EAB-SB
F	02	EAB	SB	Desulfurizador	F-02-EAB-SB
Q	01	EAB	SB	Caudalimetro de biogás	Q-01-EAB-SB
An	01	EAB	SB	Antorcha	An-01-EAB-SB

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 4 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

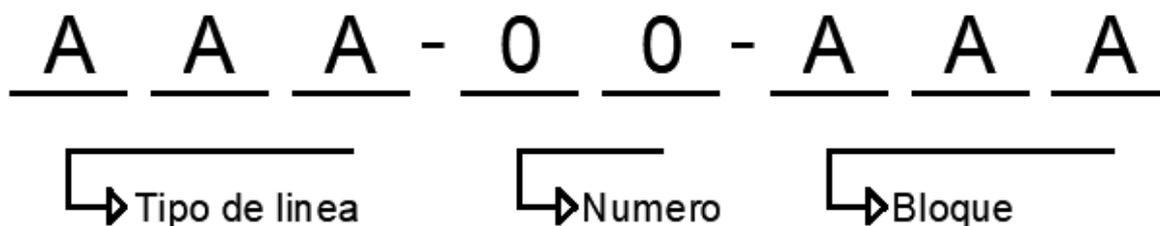
S	01	EAB	SB	Soplador	S-01-EAB-SB
Ar	01	EAB	SB	Arrestallama	Ar-01-EAB-SB
Vs	01	EAB	SB	Válvula de seguridad	Vs-01-EAB-SB
Lae	01	UDR	SC	Estanque aeróbico para riego	Lae-01-UDR-SC
P	03	UDR	SH	Bomba de riego	P-03-UDR-SH
MG	01	GAE	SM	Motor-Generador	MG-01-GAE-SM
Te	01	GAE	SE	Tablero eléctrico principal	Te-01-GAE-SE
Te	02	GAE	SE	Tablero eléctrico secundario	Te-02-GAE-SE
la	01	GAE	SE	Interruptor automático	la-01-GAE-SE
la	02	GAE	SE	Interruptor automático	la-02-GAE-SE
Dy	01	GAE	SE	Protección diferencial	Dy-01-GAE-SE
Dy	02	GAE	SE	Protección diferencial	Dy-02-GAE-SE
Rm	01	GAE	SE	Relé multifunción	Rm-01-GAE-SE
Tpg	01	GAE	SE	Transformador de protección galvánica	Tpg-01-GAE-SE
Br	01	GAE	SE	Barra de alimentación general	Br-01-GAE-SE
Ac	01	GAE	SC	Acometida	Ac-01-GAE-SC
Mee	01	GAE	SE	Medidor de energía generada	Mee-01-GAE-SE
Is	01	GAE	SE	Protección contra sobretensiones	Is-01-GAE-SE
Ja	01	GAE	SE	Jabalina de puesta a tierra	Ja-01-GAE-SE
Tp	01	GAE	SE	Termostato	Tp-01-GAE-SE
Tt	01	GAE	SE	Temporizador	Tt-01-GAE-SE
Ps	01	GAE	SE	Presostato	Ps-01-GAE-SE
Bp	01	GAE	SE	Bandejas perforadas	Bp-01-GAE-SE
Ci	01	GAE	SE	Caja de inspección jabalina	Ci-01-GAE-SE
Z	01	GAE	SC	Zanjado para caños y conductores	Z-01-GAE-SC
Me	01	BIO	SM	Membrana de recubrimiento	Me-01-BIO-SM
MG	01	GAE	SM	Motor-Generador	MG-01-GAE-SM
Lan	01	BIO	SF	Laguna anaeróbica	Lan-01-BIO-SF
Em	01	BIO	SF	Estanque de mezclado	Em-01-BIO-SF
Tk	01	BIO	SF	Tanque de agua de recalentamiento	Tk-01-BIO-SF
P	01	BIO	SF	Bomba de recirculado de efluente	P-01-BIO-SF
P	02	BIO	SF	Bomba de recirculado de agua de recalentamiento	P-02-BIO-SF
Ic	01	BIO	SF	Intercambiador de calor casco y tubo	Ic-01-BIO-SF
F	01	EAB	SF	Deshumidificador	F-01-EAB-SF
F	02	EAB	SF	Desulfurizador	F-02-EAB-SF
Q	01	EAB	SF	Caudalimetro de biogás	Q-01-EAB-SF
An	01	EAB	SF	Antorcha	An-01-EAB-SF
S	01	EAB	SF	Soplador	S-01-EAB-SF
Lae	01	UDR	SF	Laguna aeróbico para riego	Lae-01-UDR-SF
P	03	UDR	SF	Bomba de riego	P-03-UDR-SF
Te	01	GAE	SE	Tablero eléctrico principal	Te-01-GAE-SE

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 5 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

Bd	01	GAE	SH	Brida 25mm descarga bomba de recalentamiento	Bd-01-GAE-SH
Bd	02	GAE	SH	Brida 50mm alimentación bomba de recalentamiento	Bd-02-GAE-SH
Bd	03	EAB	SB	Brida 63mm	Bd-03-EAB-SB
Bd	04	BIO	SH	Brida 90mm descarga bomba de recirculado	Bd-04-BIO-SH
Bd	05	BIO	SH	Brida 110mm descarga bomba de recirculado	Bd-05-BIO-SH
ACC	01	EAB	SB	Codo d=63mm	ACC-01-EAB-SB
ACC	02	EAB	SB	Tee d=63mm	ACC-02-EAB-SB
ACC	03	EAB	SB	Válvula 1/4 de vuelta d=63mm	ACC-03-EAB-SB
ACC	04	EAB	SB	Tubo hembra d=63mm	ACC-04-EAB-SB
ACC	05	EAB	SB	Adaptador brida d=63mm	ACC-05-EAB-SB
ACC	06	BIO	SH	Adaptador brida d=110mm	ACC-06-BIO-SH
ACC	07	BIO	SH	Válvula 1/4 de vuelta d=110mm	ACC-07-BIO-SH
ACC	08	BIO	SH	Buje reducción de 180mm a 110mm	ACC-08-BIO-SH
ACC	09	BIO	SH	Tee d=180mm	ACC-09-BIO-SH
ACC	10	BIO	SH	Codo d=180mm	ACC-10-BIO-SH
ACC	11	BIO	SH	Adaptador brida d=90mm	ACC-11-BIO-SH
ACC	12	BIO	SH	Válvula 1/4 de vuelta d=90mm	ACC-12-BIO-SH
ACC	13	BIO	SH	Codo d=90mm	ACC-13-BIO-SH
ACC	14	BIO	SH	Buje reducción de 110mm a 90mm	ACC-14-BIO-SH
ACC	15	BIO	SH	Codo d=110mm	ACC-15-BIO-SH
ACC	16	GAE	SH	Codo d=25mm	ACC-16-GAE-SH
ACC	17	GAE	SH	Adaptador brida d=25mm	ACC-17-GAE-SH
ACC	18	GAE	SH	Válvula 1/4 de vuelta d=25mm	ACC-18-GAE-SH
ACC	19	GAE	SH	Adaptador brida d=50mm	ACC-19-GAE-SH
ACC	20	GAE	SH	Codo d=50mm	ACC-20-GAE-SH
ACC	21	GAE	SH	Válvula 1/4 de vuelta d=50mm	ACC-21-GAE-SH

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 6 de 9
--	------------------------------------	----------------	----------------------

Codificación de Líneas.



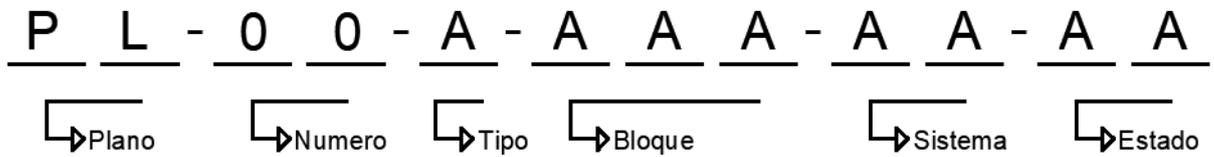
Bloques	Código
Biodigestor	BIO
Extracción y acondicionamiento del biogás	EAB
Generación y acople de energía eléctrica	GAE
Utilización de efluentes líquido del digestor para riego	UDR

Lista de Líneas codificadas

Línea	N°	Bloque	Descripción	Código
Lx	01	BIO	Descarga de la granja	Lx-01-BIO
Lx	02	BIO	Aspiración de bomba a biodigestor	Lx-02-BIO
Lx	03	BIO	Descarga de bomba de recirculado	Lx-03-BIO
Lx	04	BIO	Descarga biodigestor a laguna aeróbica	Lx-04-BIO
Lw	01	GAE	Aspiración bomba de agua de calentamiento	Lw-01-GAE
Lw	02	GAE	Descarga bomba de agua de calentamiento	Lw-02-GAE
Lw	03	BIO	Serpentina de intercambio de calor	Lw-03-BIO
Lp	01	EAB	Línea de purga del deshumidificador	Lp-01-EAB
Lbg	01	EAB	Alimentación de planta de acondicionamiento de Biogás	Lbg-01-EAB
Lbg	02	EAB	Interconexión entre filtros y bypass	Lbg-02-EAB
Lbg	03	EAB	Descarga de filtros a medidor de caudal	Lbg-03-EAB
Lbg	04	EAB	Descarga de medidor de caudal a soplador	Lbg-04-EAB
Lbg	05	EAB	Descarga de soplador a intersección	Lbg-05-EAB
Lbg	06	EAB	Alimentación de antorcha	Lbg-06-EAB
Lbg	07	EAB	Alimentación de motor-generator	Lbg-07-EAB
Lr	01	UDR	Aspiración de bomba de riego	Lr-01-UDR
Lr	02	UDR	Descarga de bomba de riego	Lr-02-UDR
Le	01	GAE	Línea principal del generador a tablero principal	Le-01-GAE
Le	02	GAE	Línea de tablero principal a acometida	Le-02-GAE
Le	03	GAE	Línea de tablero principal a tablero secundario	Le-03-GAE
Le	04	GAE	Conductor puesta a tierra	Le-04-GAE

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 7 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

Codificación de Planos.



Tipo	Código
Dimensional	D
Esquemático	E
Constructivo	C

Bloques	Código
Biodigestor	BIO
Extracción y acondicionamiento del biogás	EAB
Generación y acople de energía eléctrica	GAE
Utilización de efluentes líquido del digestor para riego	UDR

Sistemas	Código
Sistema Mecánico	SM
Sistema Hidráulicos	SH
Sistema de Biogás	SB
Sistema Eléctrico	SE
Sistema Civil	SC
Otro	OO

Estado	Código
Borrador	DD
Revisado	RV
Para construir	FB

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 8 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

Lista de Planos codificados.

Elemento	N°	Bloque	Sector	Tipo	Estado	Descripción	Código
PI	01	BIO	SC	E	RV	Esquema total de la Granja de cerdos	PI-01-E-BIO-SC-RV
PI	02	BIO	SC	D	RV	Dimensiones generales Granja de cerdos	PI-02-D-BIO-SC-RV
PI	03	BIO	SC	D	RV	Laguna anaeróbica	PI-03-D-BIO-SC-RV
PI	04	GAE	SH	E	RV	Esquema recinto del generador	PI-04-E-GAE-SH-RV
PI	05	GAE	SH	D	RV	Dimensiones Recinto del generador	PI-05-D-GAE-SH-RV
PI	06	GAE	SH	E	RV	Recinto del generador vistas laterales	PI-06-E-GAE-SH-RV
PI	07	EAB	SB	E	RV	Recinto de sistema de filtrado	PI-07-E-EAB-SB-RV
PI	08	EAB	SB	C	RV	Dimensiones Recinto de sistema de filtrado	PI-08-C-EAB-SB-RV
PI	09	BIO	SC	C	RV	Recinto	PI-09-C-BIO-SC-RV
PI	10	GAE	SH	C	RV	Brida Bd-01-GAE-SH D=25mm descarga bomba recalentamiento	PI-10-C-GAE-SH-RV
PI	11	GAE	SH	C	RV	Brida Bd-02-GAE-SH D=50mm alimentación de bomba recalentamiento	PI-11-C-GAE-SH-RV
PI	12	EAB	SB	C	RV	Brida Bd-03-BIO-SB D=63mm alimentación y descarga de turbina regenerativa, caudalímetro y arrestallama	PI-12-C-EAB-SB-RV
PI	13	BIO	SH	C	RV	Brida Bd-04-BIO-SH D=90mm descarga bomba de recirculado	PI-13-C-BIO-SH-RV
PI	14	BIO	SH	C	RV	Brida Bd-05-BIO-SH D=110mm bomba de recircula	PI-14-C-BIO-SH-RV
PI	15	GAE	SE	C	RV	Unifilar tablero principal	PI-15-C-GAE-SE-RV
PI	16	GAE	SE	C	RV	Tablero principal	PI-16-C-GAE-SE-RV

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 9 de 9
---	-----------------------------	---------	---------------

Anexo D

Definiciones

Palabra-sigla-abreviatura	Definición
DBO	Demanda biológica de oxígeno: es un parámetro que mide la cantidad de dióxigeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida
DQO	Demanda Química de Oxígeno: es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida.
CADER	Cámara Argentina de Energías Renovables: es una asociación sin fines de lucro que tiene por objeto fomentar el desarrollo sostenible del mercado de energía a partir de fuentes renovables
Purín	Son generalmente residuos, resultado de una mezcla de orina, la parte líquida de eso que rezuma de todo tipo de estiércoles de animales y usualmente agua que se forma al reunir los desechos de animales domésticos.
Xenobiotico	Un xenobiótico es una sustancia química que se encuentra dentro de un organismo que no se produce naturalmente o se espera que no esté presente dentro del organismo
N	Nitrógeno
P	Fosforo
K	Potasio
Fe	Hierro
Zn	Zinc
Cu	Cobre
Mn	Manganeso
GEI	Gases efecto invernadero
CO ₂	Dióxido de carbono
CH ₄	Metano
H ₂ S	Sulfuro de hidrogeno
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogeno
pH	Potencial de hidrogeno: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.
NH ₄ ⁺	Amonio es un catión poliatómico cargado positivamente
H ₂	Hidrogeno
CO ₃	Trióxido de carbono
[C ₂ H ₃ O ₂] ⁻	Acetato

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 1 de 2
---	-----------------------------	---------	---------------

THR	Tiempo de retención hidráulico
Inóculo	Término colectivo para referirse a los microorganismos o sus partes (esporas, fragmentos miceliales, etc.) capaces de provocar infección o simbiosis cuando se transfieren a un huésped. El término también se usa para referirse a los organismos simbióticos o patógenos transferidos por cultivo.
PVC	Policloruro de vinilo
EPDM	Etileno proileno dileno tipo M
PDA	Polietileno de alta densidad
ppm	Partes por millón
NaOH	Hidróxido de sodio
H ₂ S	Ácido sulfhídrico
Re	Numero de Reynolds
Fe ₂ S ₃	Sulfuro de Hierro

L	Litros
L/d	Litros por día
mg/l	Miligramos por litro
MW	Mega Watt
°C	Grados Celsius
kg	Kilo gramos
mV	Mili volt
kcal/m ³	Kilocalorías por metro cubico
kg/m ³	Kilogramos por metro cubico
mbar	mili bar
K	Kelvin
m ³ /h	metros cúbicos por hora
m/s	metros por segundo
mm	milímetros
mA	Mili amperes
V	volt
A	ampere
Hz	Hertz
Pellet	Granulo alargado a base de madera

Preparó: Campodónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P. 15/03/21	Aprobó:	Página 2 de 2
---	-----------------------------	---------	---------------

Anexo H

Referencias bibliográficas y webgrafías

- ❖ Referencia bibliográfica 1: Díaz, A. (2019). Diseño de una planta de producción de biogás. (proyecto final de grado). Universidad de Mar del Plata, Argentina
- ❖ Referencia bibliográfica 2: Hilbert, J. A. Manual para la producción de biogás. I.N.T.A.
- ❖ Referencia bibliográfica 3: Guevara Vera, A. (1996). Fundamentos Básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Lima, Perú.
- ❖ Referencia bibliográfica 4: Matías, M. (2018). Informe de Factibilidad para Habilitación Establecimientos de Producción Primaria.
- ❖ Referencia bibliográfica 5: Jones, W. O. (2012). Diseño y cálculo de las instalaciones de un biodigestor. UTN- FRCU.
- ❖ Referencia bibliográfica 6: Cepero, Savran, Blanco, Díaz Piñón, & Suárez. (2012) (como se citó en Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA jipijapa, 2018).
- ❖ Referencia bibliográfica 7: Villegas, A. (2006). (como se citó en Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA jipijapa, 2018)
- ❖ Referencia bibliográfica 8: Mataix, C. (1986). Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Ediciones del Castillo S.A. Madrid.

- ❖ Referencia bibliográfica 9: Volta, Dalton, Popov, Hoppe-Seyler, Gayon, Imhoff, Buswell (como se citó en Diaz, A. 2019)

- ❖ Referencia bibliográfica 10: Estudio de Performance Ambiental desarrollado para FAC. 2011. Universoporcino.com. Por medio de:
<http://www.produccion-animal.com.ar/Biodigestores/15-beneficios.pdf>

- ❖ Referencia bibliográfica 11: Varnero Moreno, M. T. (2011). Manual de biogás. Ministerio de energía, Chile.

- ❖ Referencia bibliográfica 12: Guía Teórico-Práctica sobre el biogás y los biodigestores. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Buenos Aires, Argentina. 2019.

- ❖ Referencia bibliográfica 13: Dolzani, G. E. (2017). Dimensionamiento de un digestor anaeróbico que trate los residuos generados en una explotación ganadera para la obtención de biogás para consumo térmico y eléctrico. UTN-FRR.

- ❖ Referencia bibliográfica 14: Pro González, F. (2016). Valoración de efectos ecotoxicológicos de oxitetraciclina en organismos. Departamento de Toxicología y Farmacología. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. (Como se citó en Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA jipijapa, 2018)

- ❖ Referencia bibliográfica 15: Angonese, A. (2015). Eficiencia energética de sistemas de producción de suínos con tratamiento de residuo en biodigestor. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 10(3), 745- 750. (Como se citó en Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA jipijapa, 2018)

Preparó: Cam podónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P 15/03/21	Aprobó:	Página 2 de 3
--	----------------------------	---------	---------------

- ❖ Referencia bibliográfica 16: Biau, A. (2012). El impacto de fertilizantes orgánicos y minerales en los parámetros de calidad del suelo y la productividad de los cultivos de maíz de regadío en las regiones semiáridas. Revista Europea de Biología del Suelo, 20(15), 35-45. (Como se citó en Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA jipijapa, 2018).

- ❖ Referencia bibliográfica 17: Recomendaciones Técnicas para la Gestión Ambiental en el Manejo de Purines de la Explotación Porcina. Santiago, Chile. INIA, MINAGRI. 2005. Extraído de <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/319/1/doc.pdf>.

- ❖ Referencia bibliográfica 18: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2012. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. Extraído de <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/319/1/doc.pdf>.

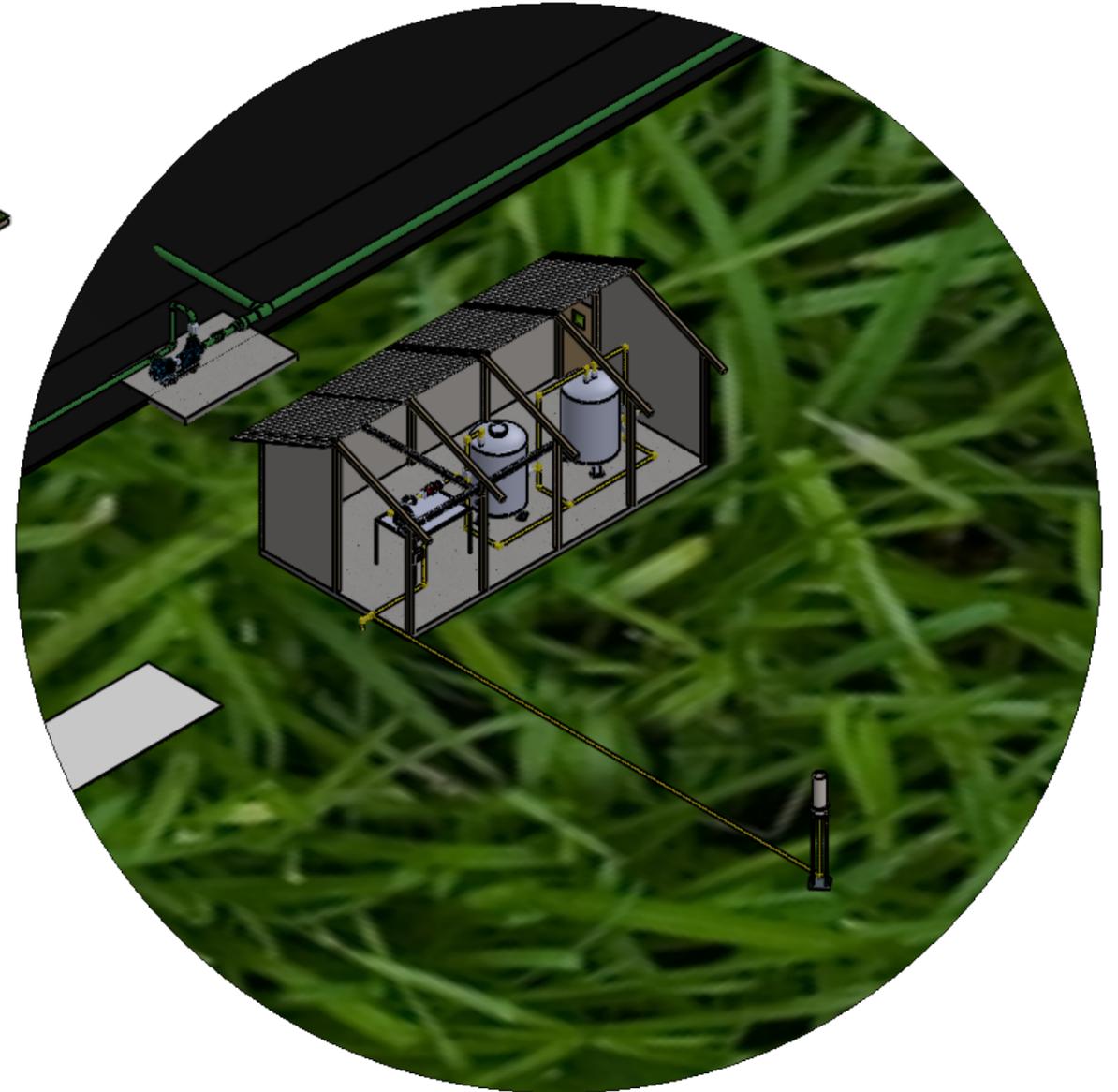
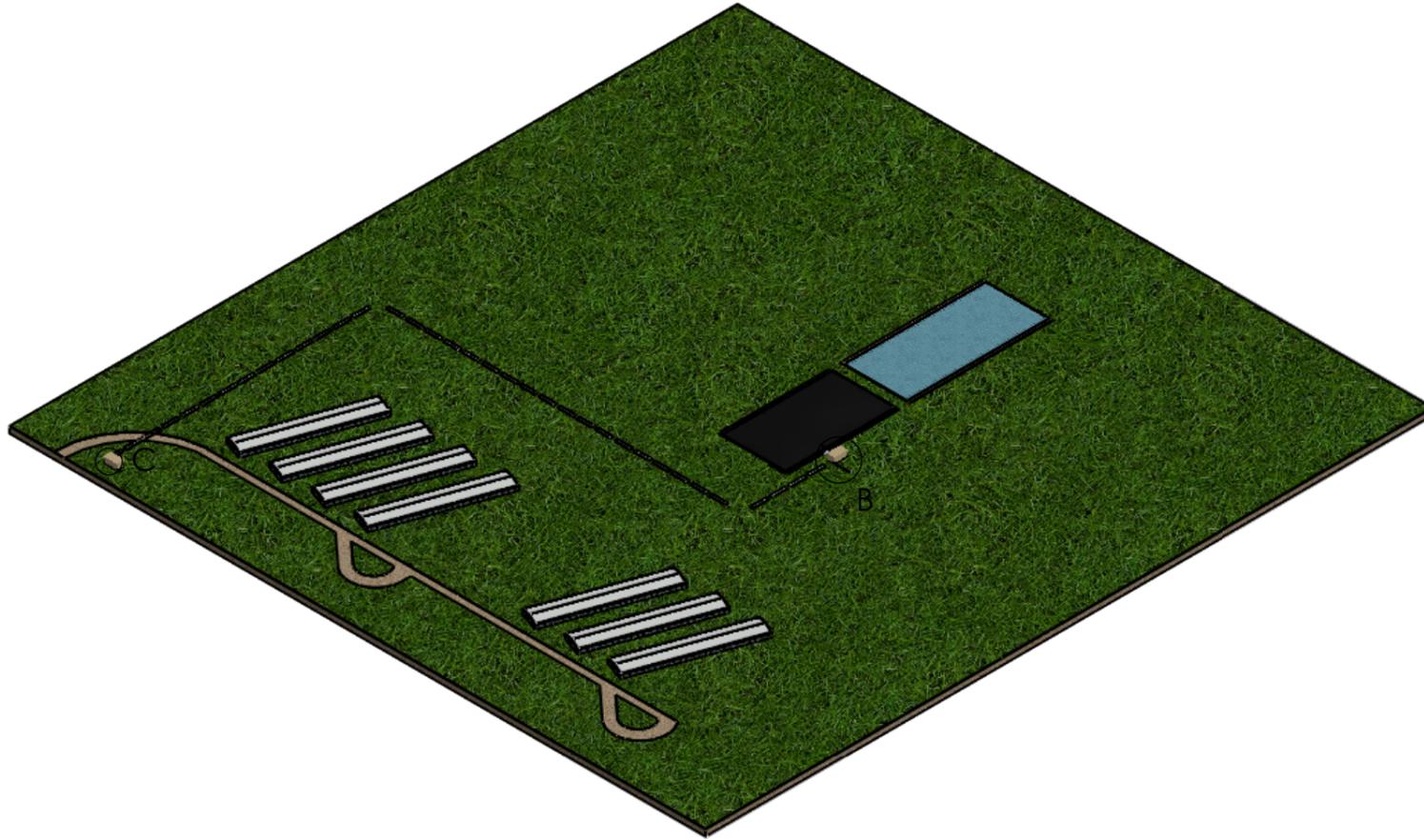
- ❖ Referencia bibliográfica 19: <https://www.desotec.com/es/carbonologia/casos/eliminaci-n-del-sulfuro-de-hidr-geno-en-el-biog-s-parte-1>.

- ❖ Referencia bibliográfica 20: https://zorg-biogas.com/es/catalogo-de-equipos/antorchas-de-biogas/fai_65-450_auto

- ❖ Referencia bibliográfica 21: <https://sig.se.gob.ar/visor/visorsig.php?t=18>

- ❖ Referencia bibliográfica 22: Taylhardat, Medina, Herrera (como se citó en Guevara Vera, A. 1996).

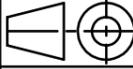
Preparó: Cam podónico Jonathan E. Rodas Catriel F.	Revisó: G.P 15/03/21	Aprobó:	Página 3 de 3
--	----------------------------	---------	---------------

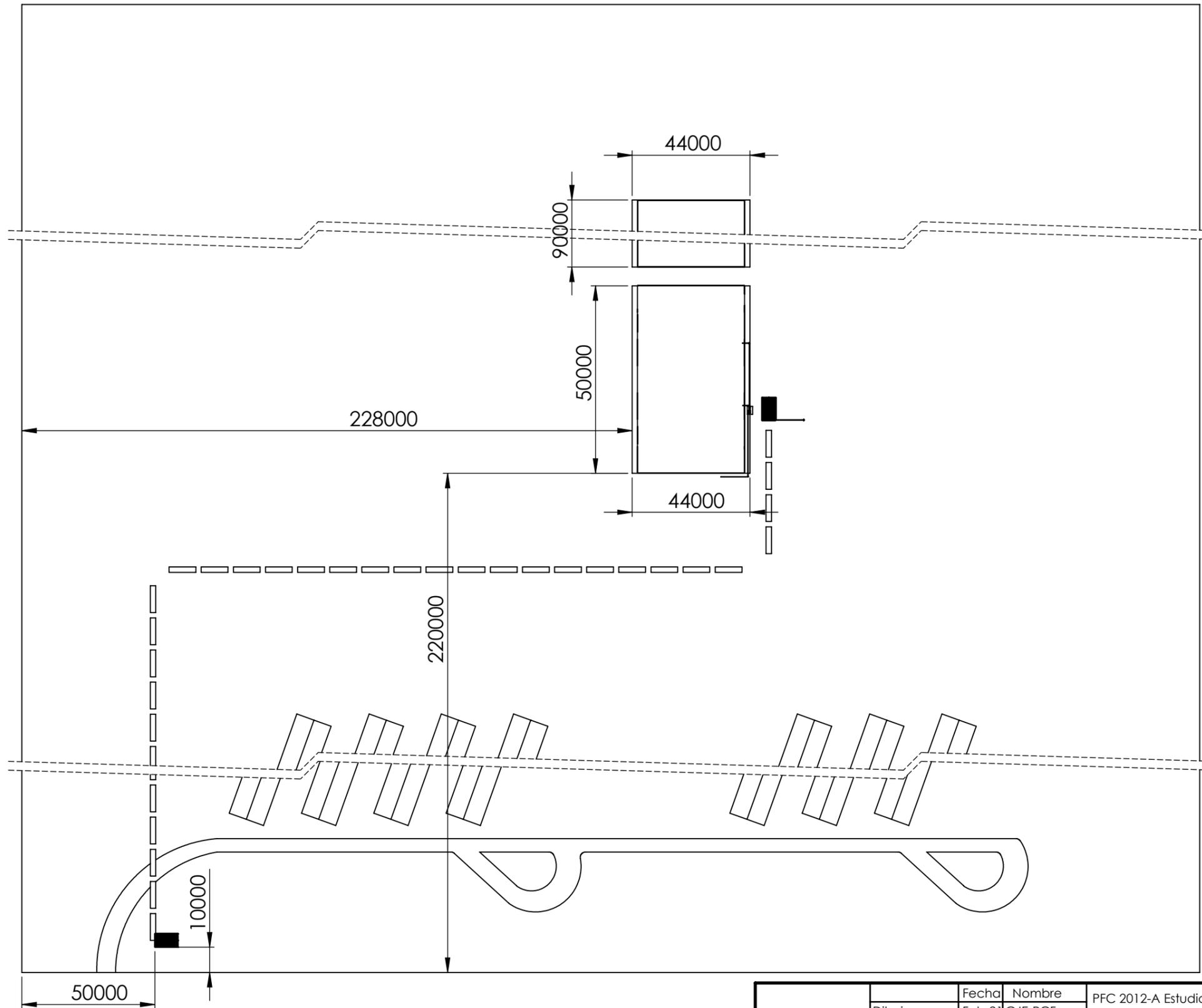


DETALLE B
ESCALA 1 : 125

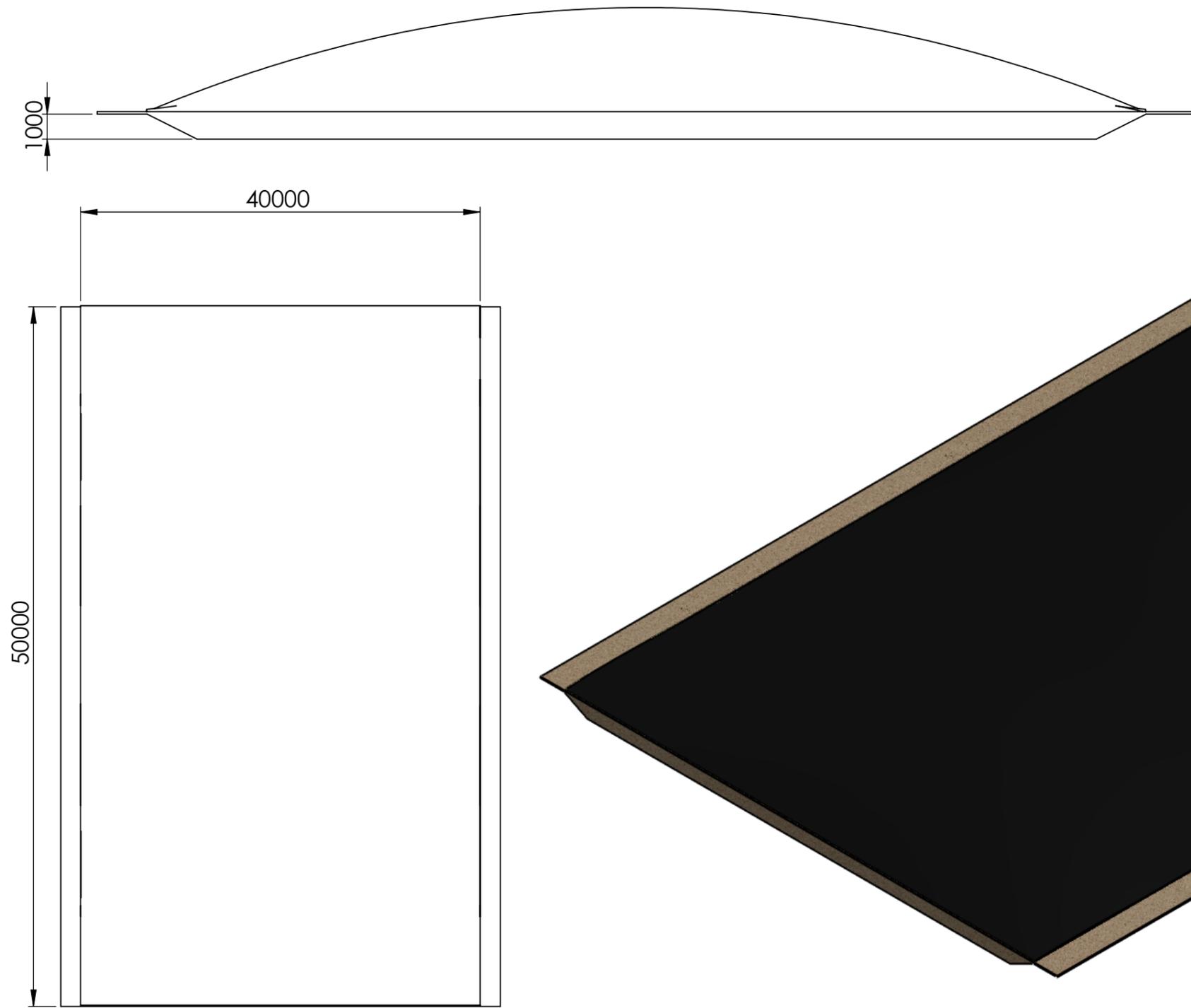


DETALLE C
ESCALA 1 : 100

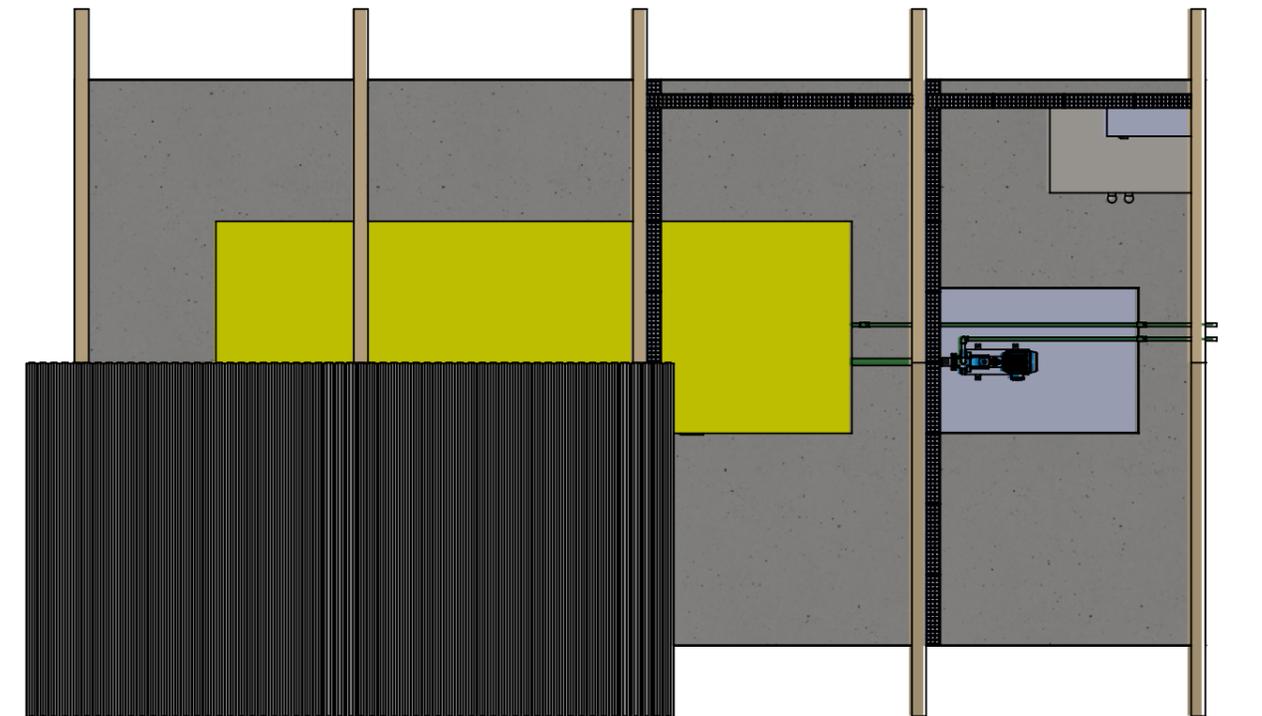
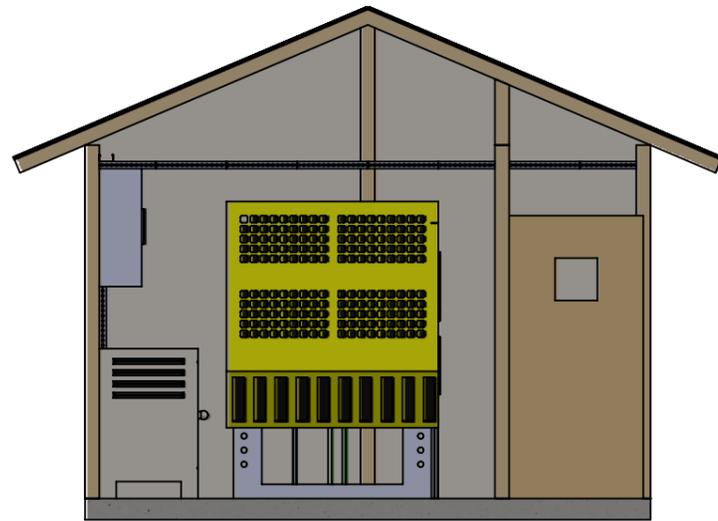
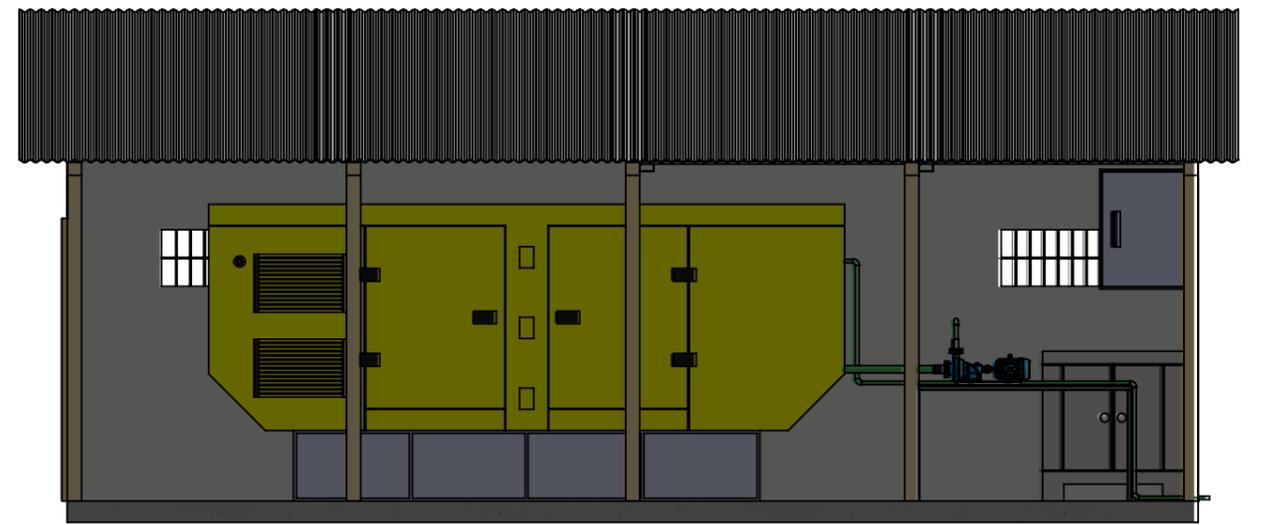
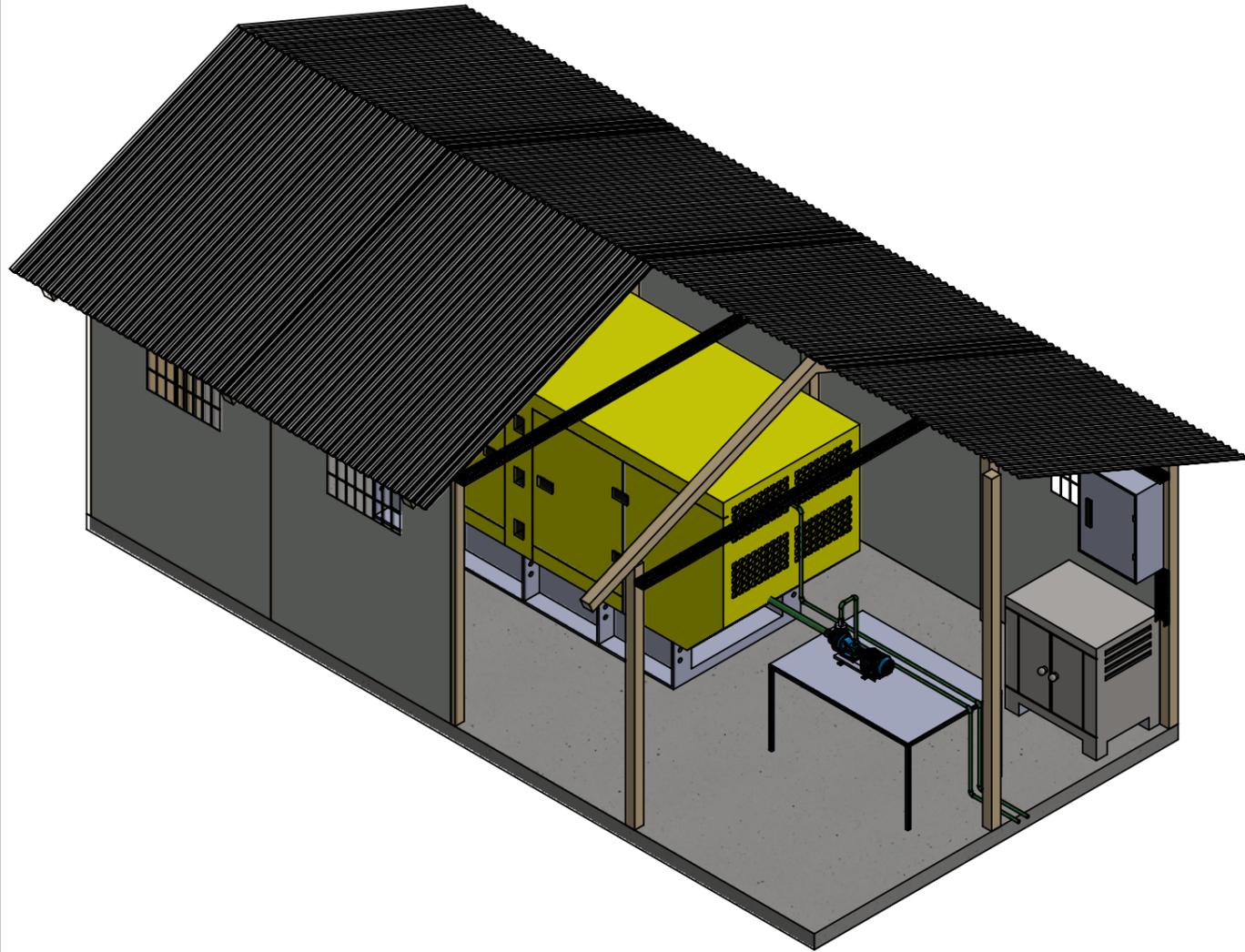
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	Esquema total de la Granja de cerdos			Codigo del plano PI-01-E-BIO-SC-RV
				Plano N° 1



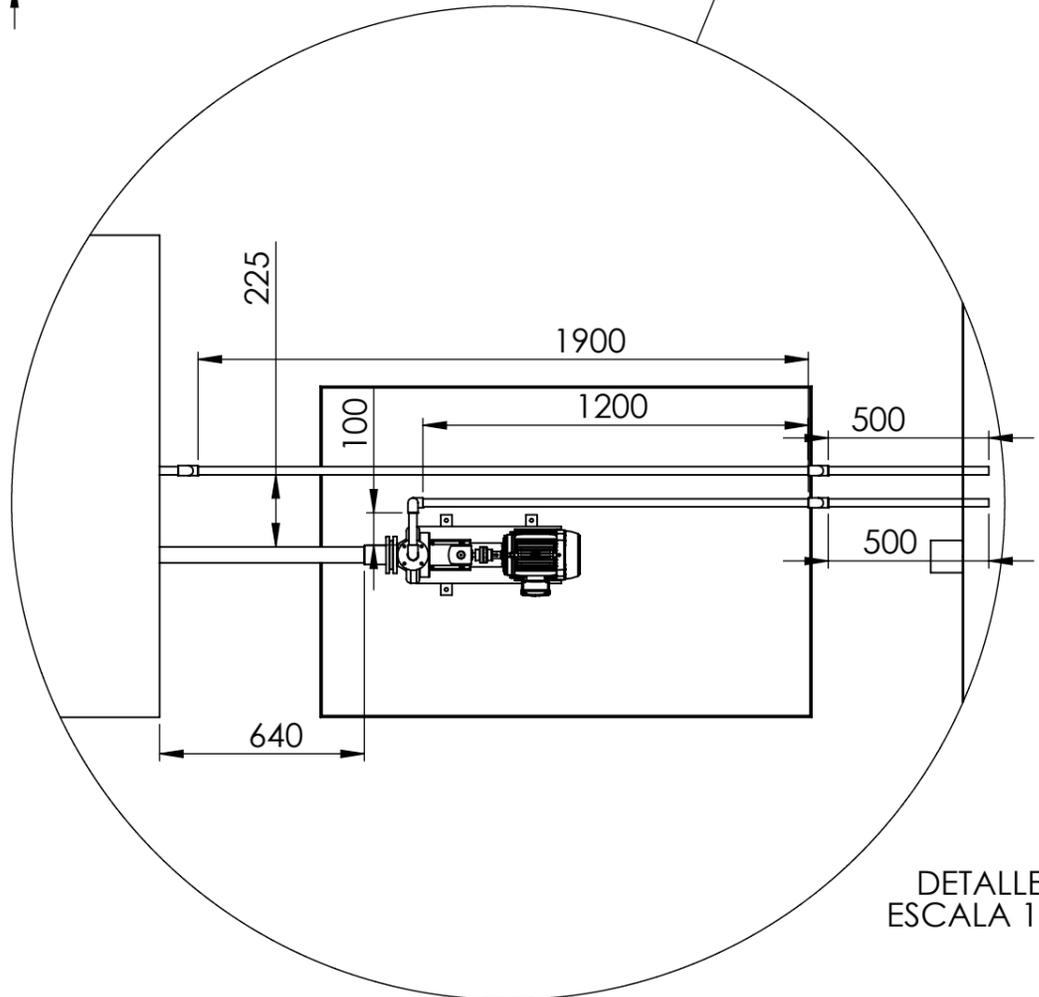
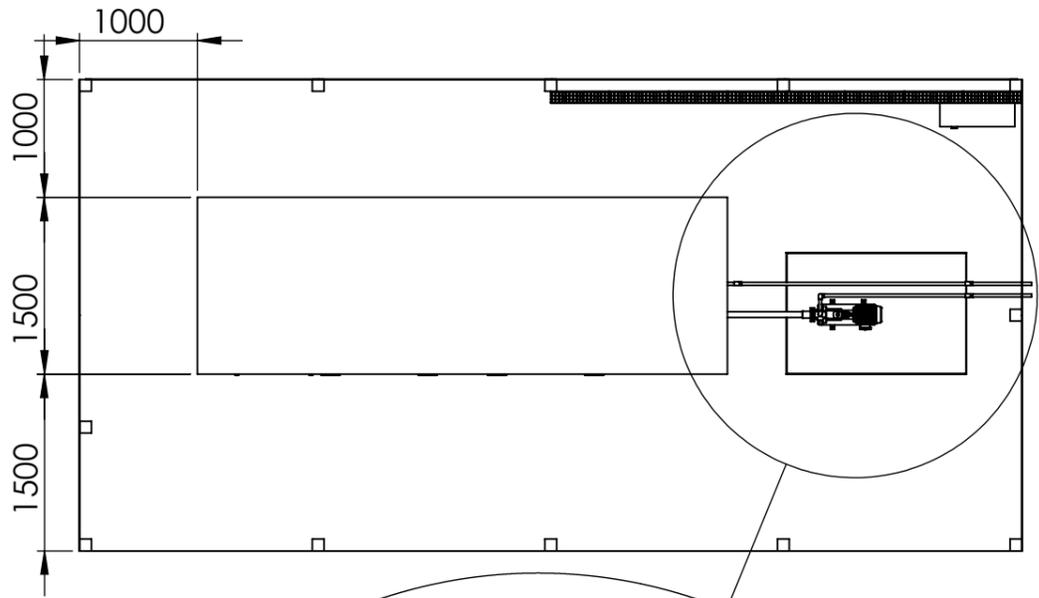
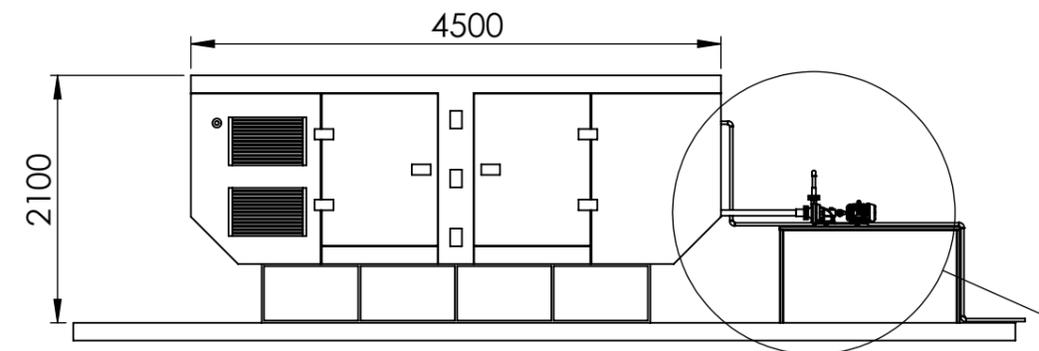
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala			Dimensiones generales Granja de cerdos	Codigo del plano PI-02-D-BIO-SC-RV
				Plano N° 2



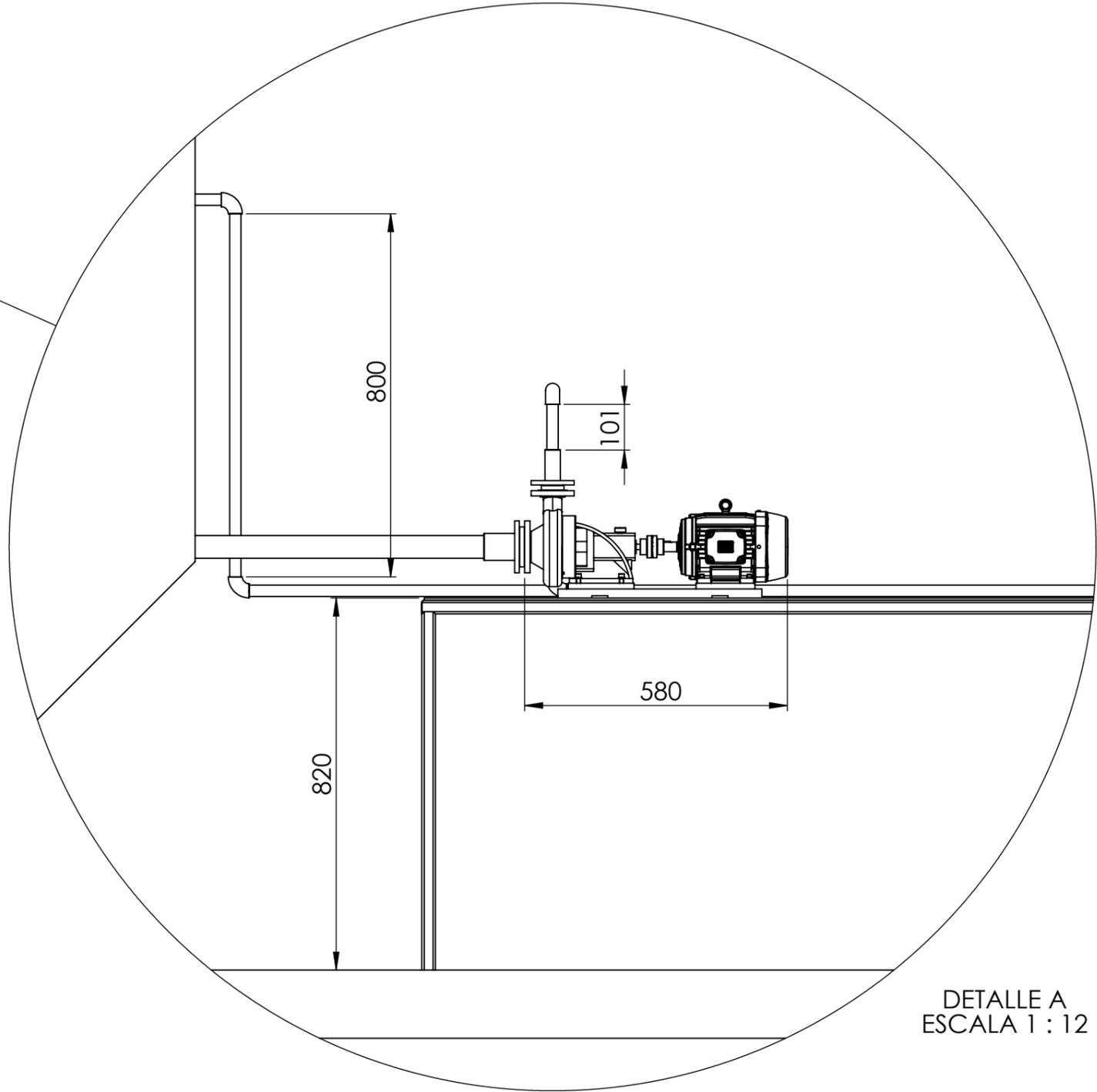
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	Laguna anaerobica			Codigo del plano PI-03-D-BIO-SC-RV
				Plano N° 3



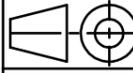
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay		
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF				
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.				
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.				
Escala	Esquema recinto del generador			Codigo del plano		
						PI-04-E-GAE-SH-RV
						Plano N° 4

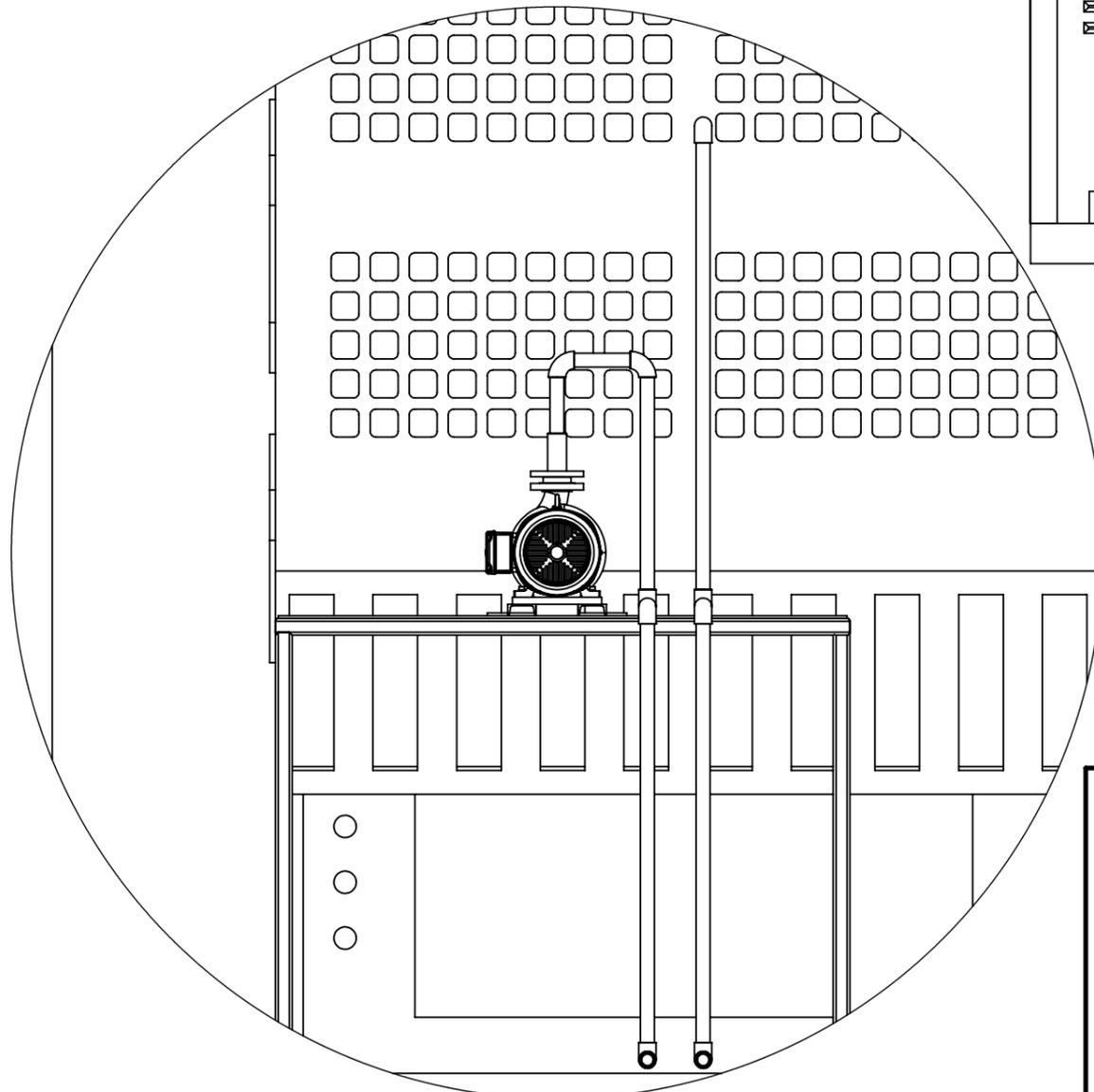
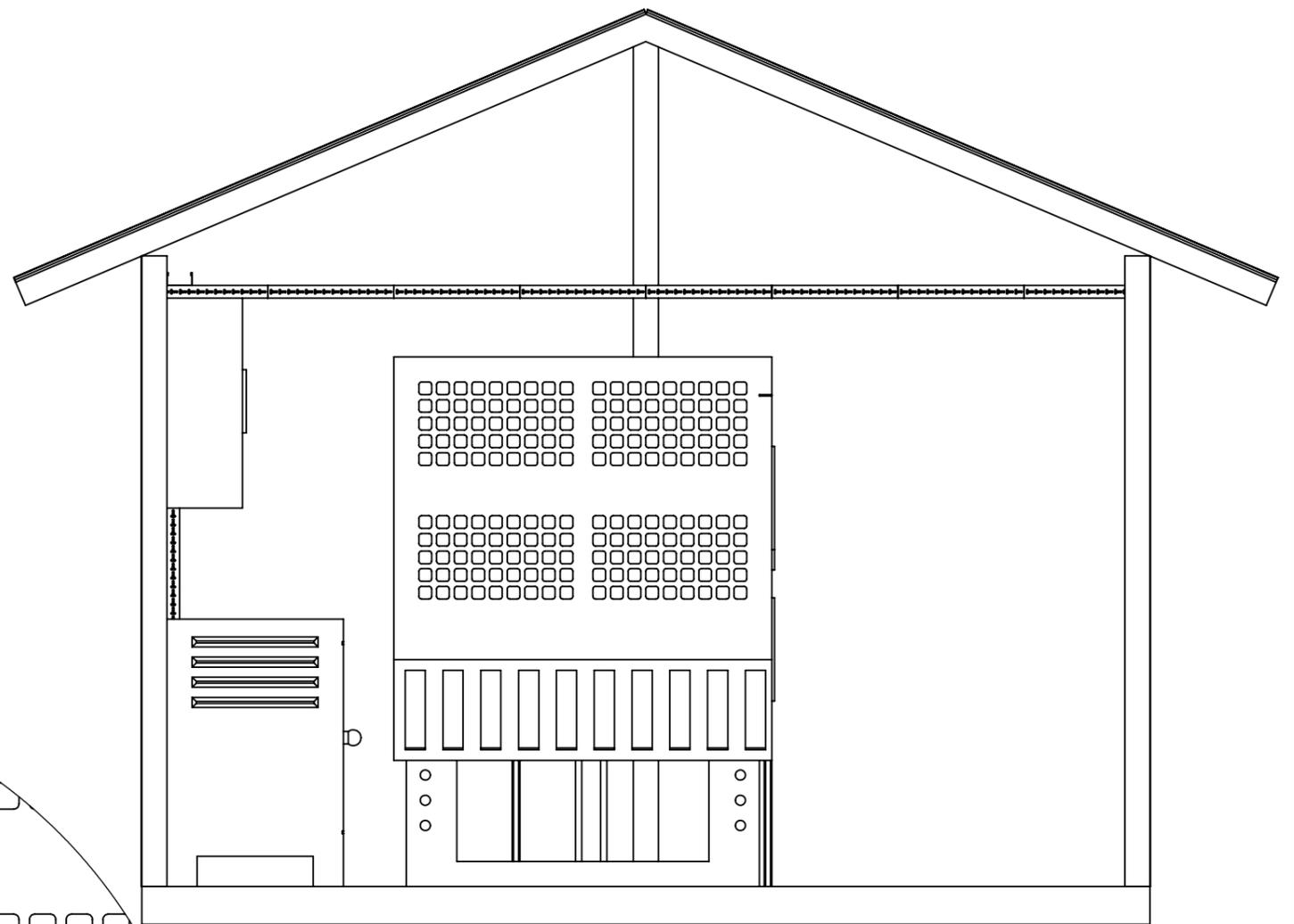
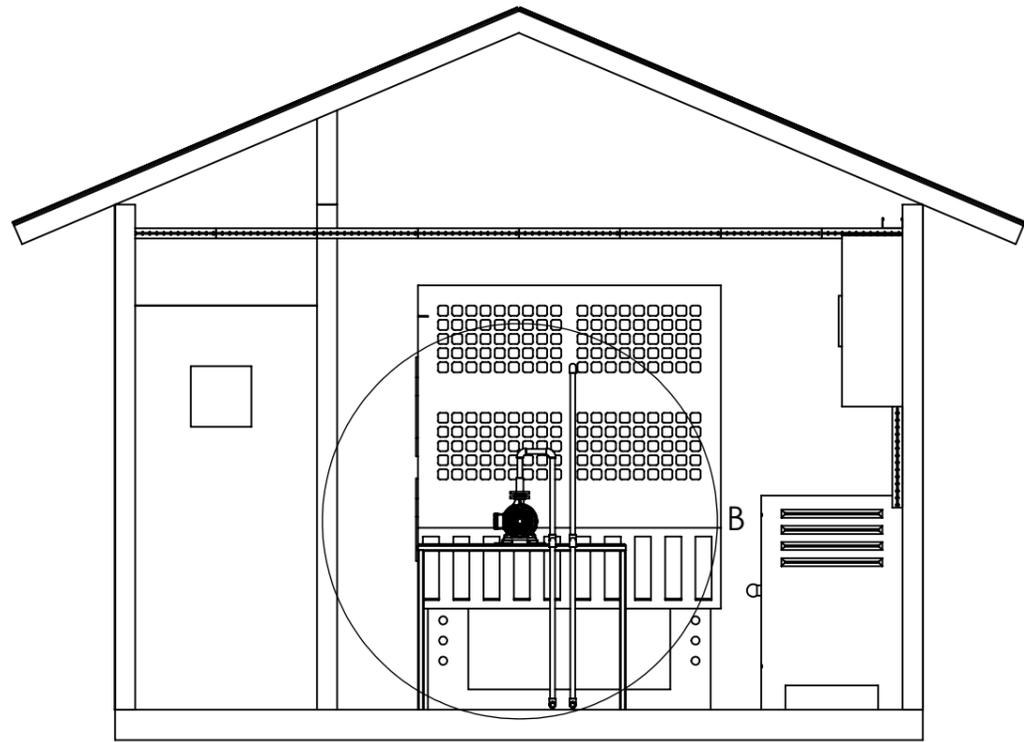


DETALLE B
ESCALA 1 : 22



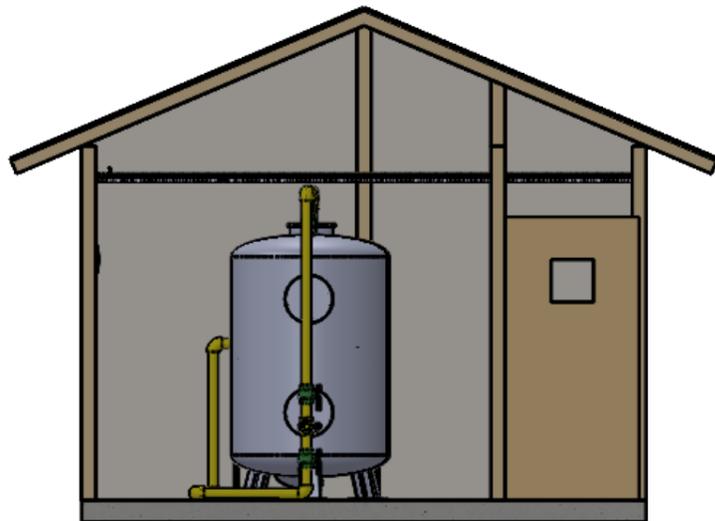
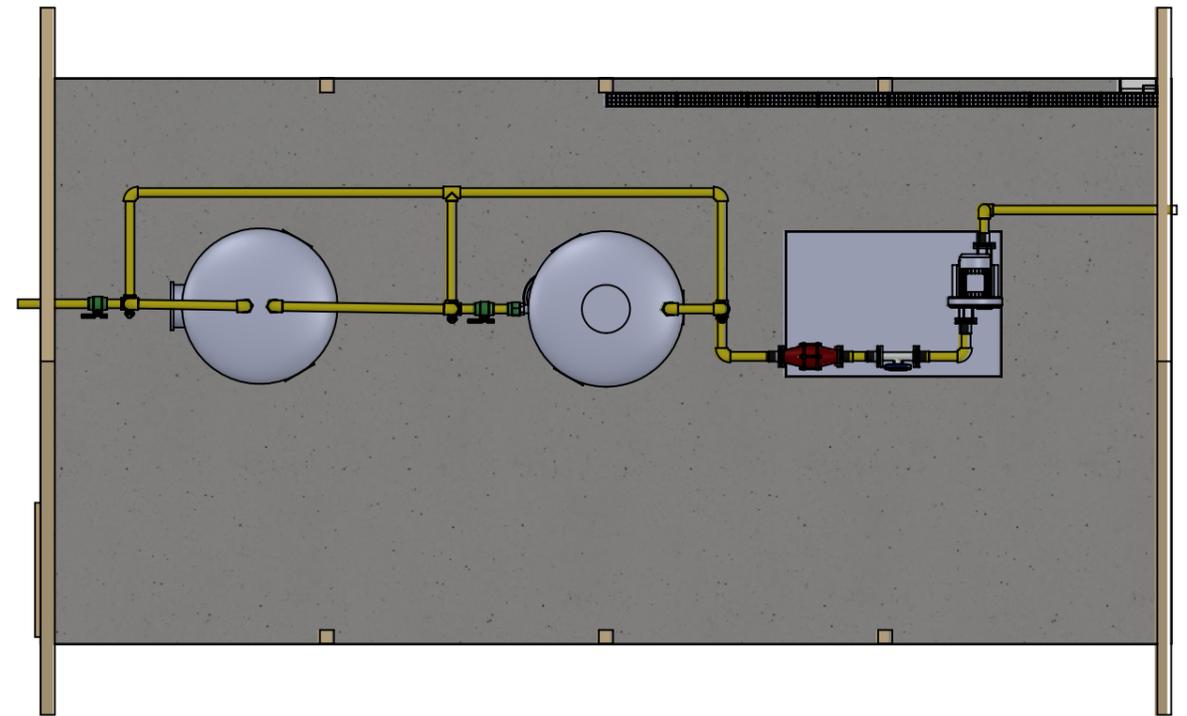
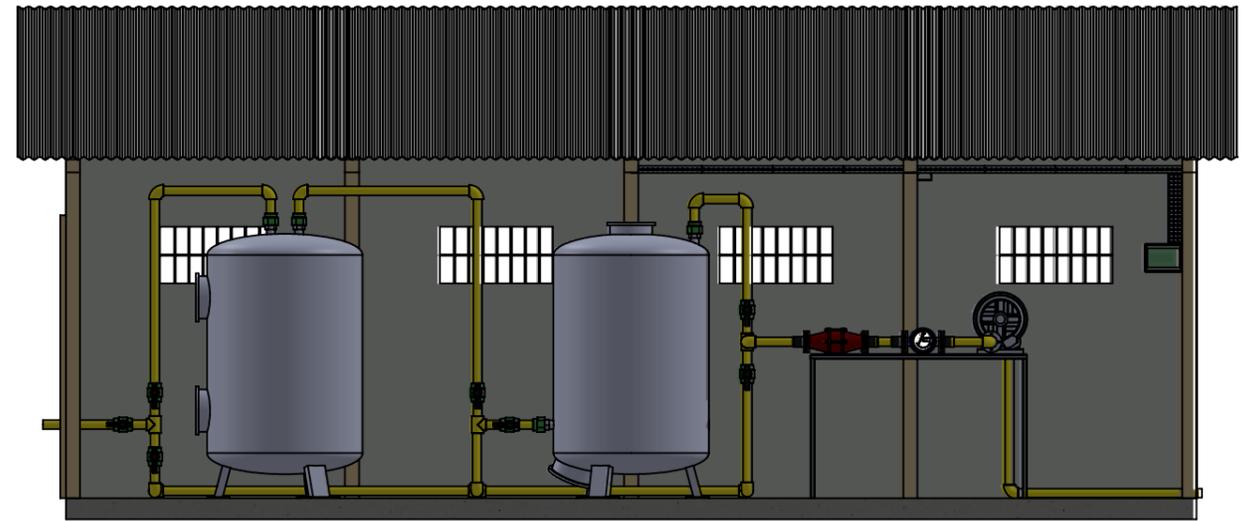
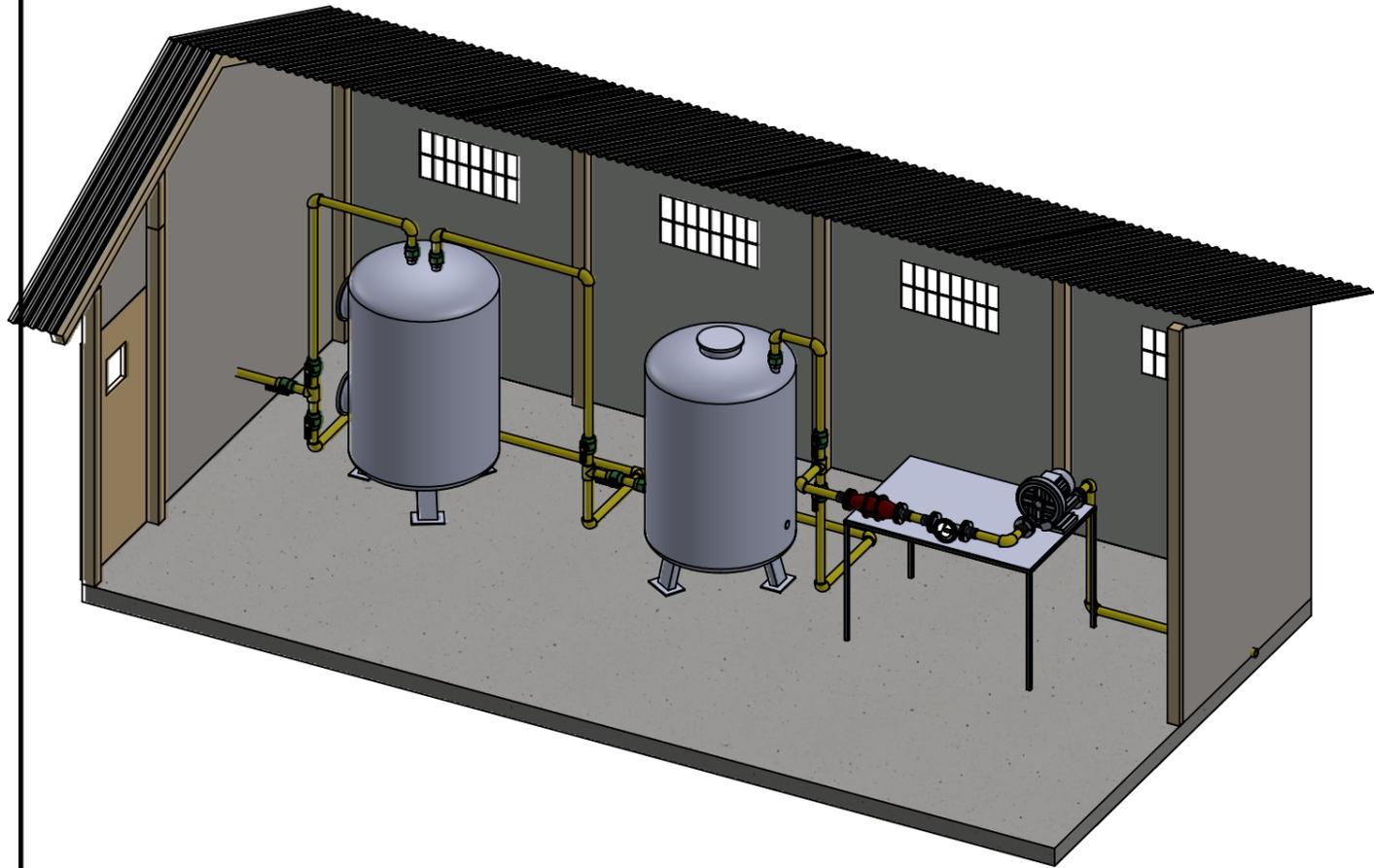
DETALLE A
ESCALA 1 : 12

	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	Dimensiones Recinto del generador			Codigo del plano PI-05-D-GAE-SH-RV
				Plano N° 5

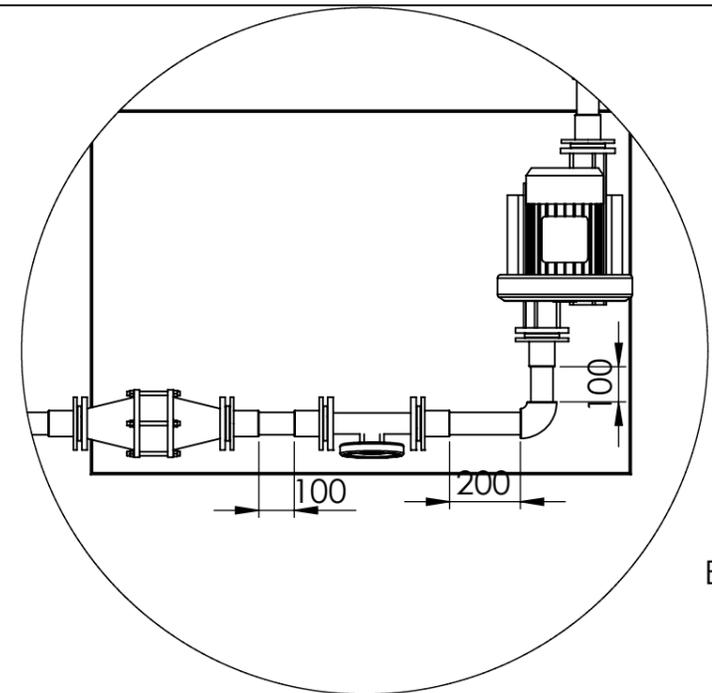
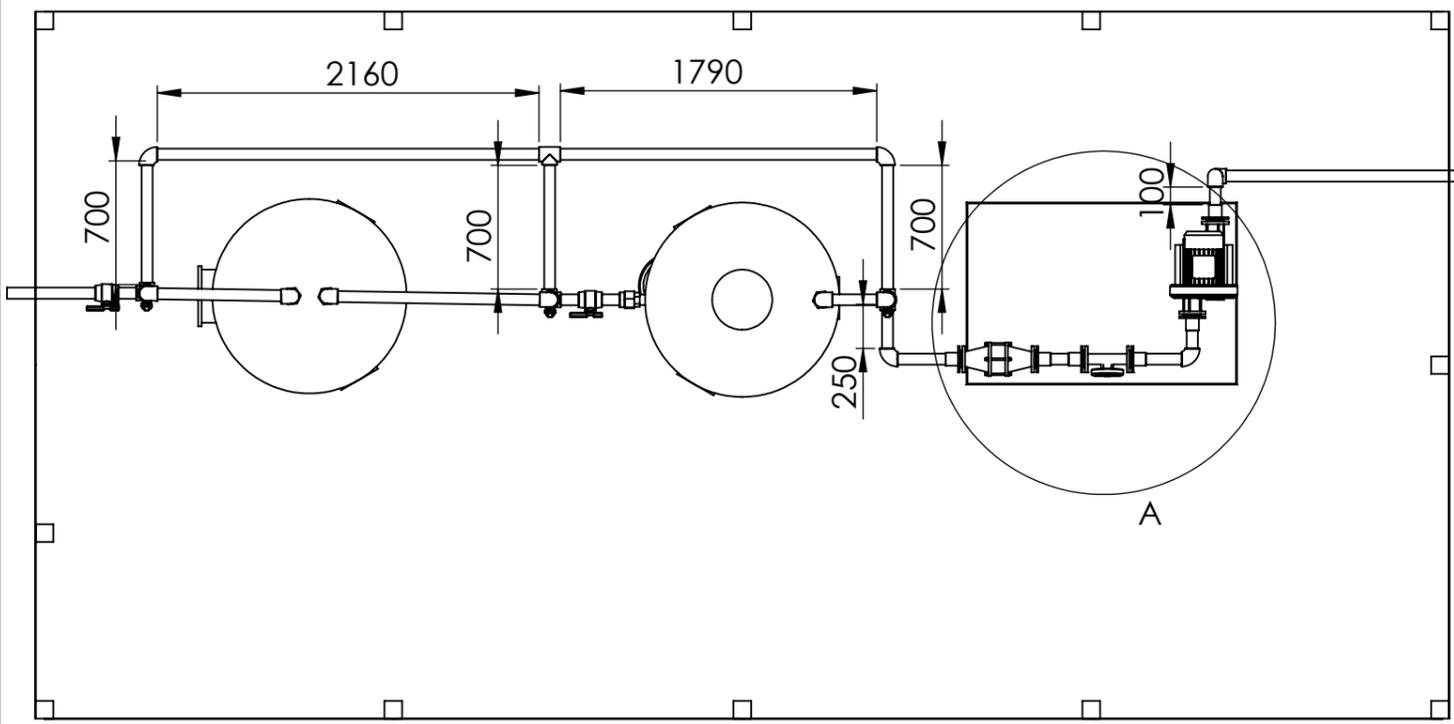
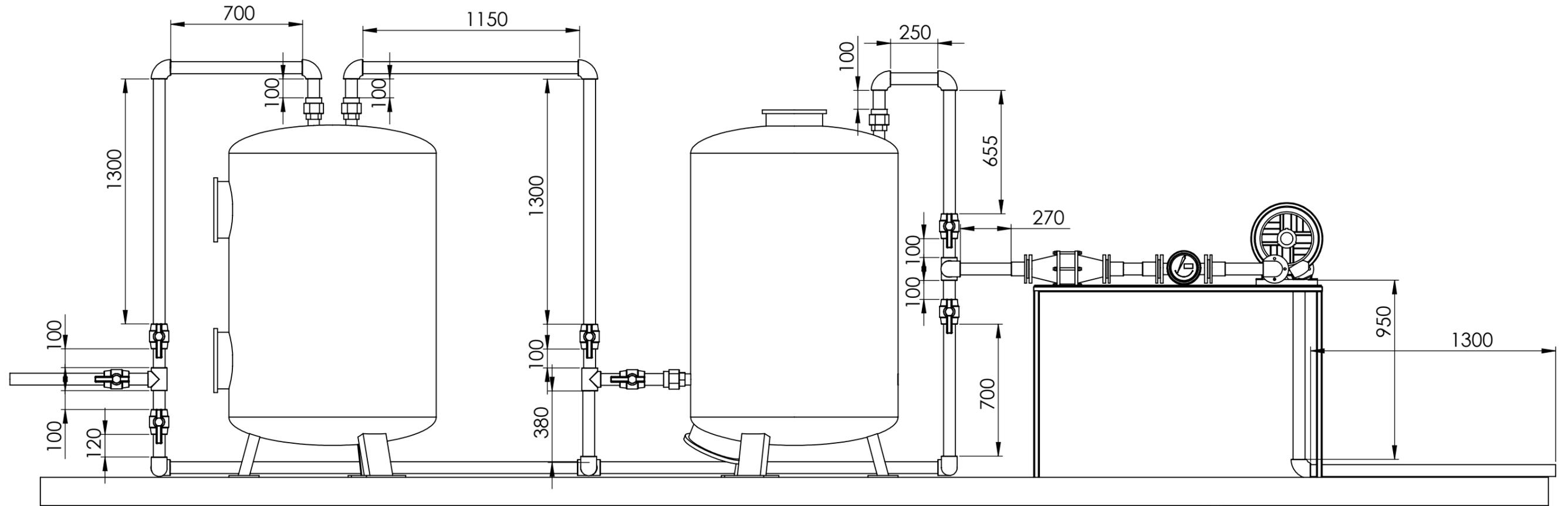


DETALLE B
ESCALA 1 : 12

	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala				Codigo del plano
				Recinto del generador vistas laterales
				Plano N° 6

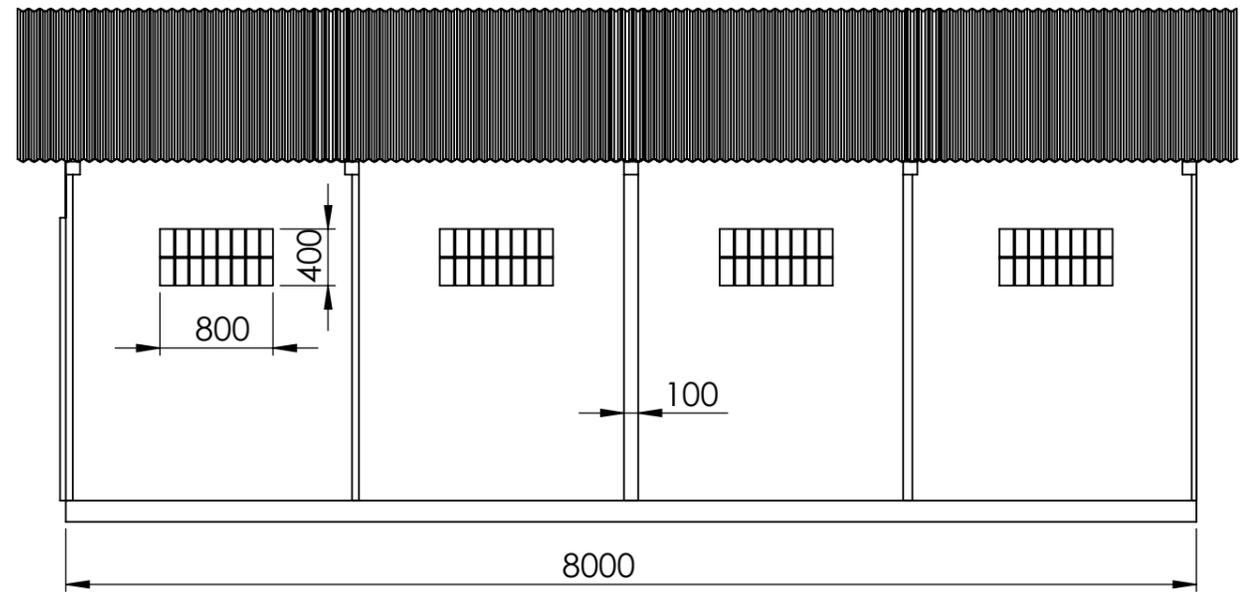
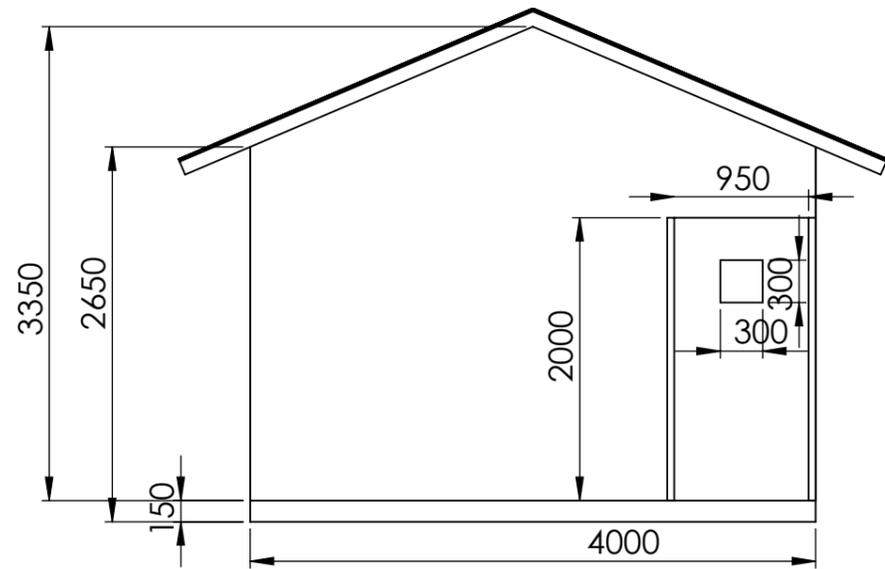


	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepción del Uruguay		
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF				
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.				
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.				
Escala	Recinto de sistema de filtrado			Codigo del plano		
				PI-07-E-EAB-SB-RV		
				Plano N° 7		

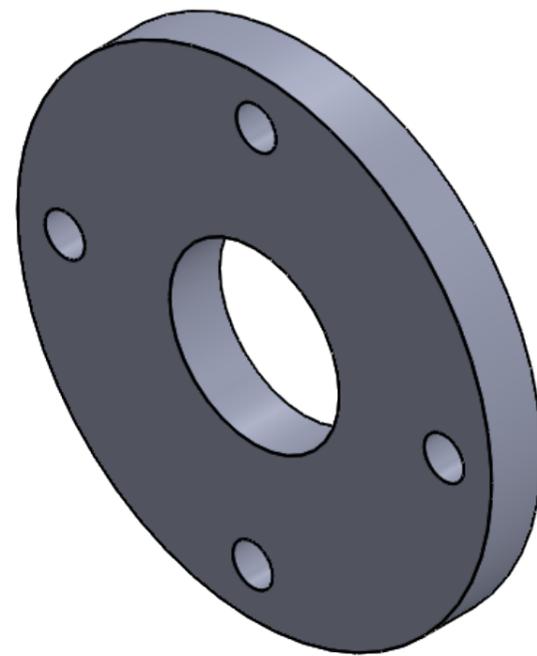
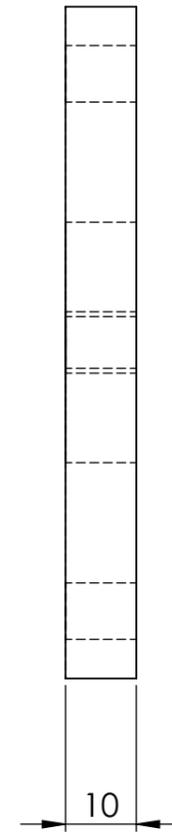
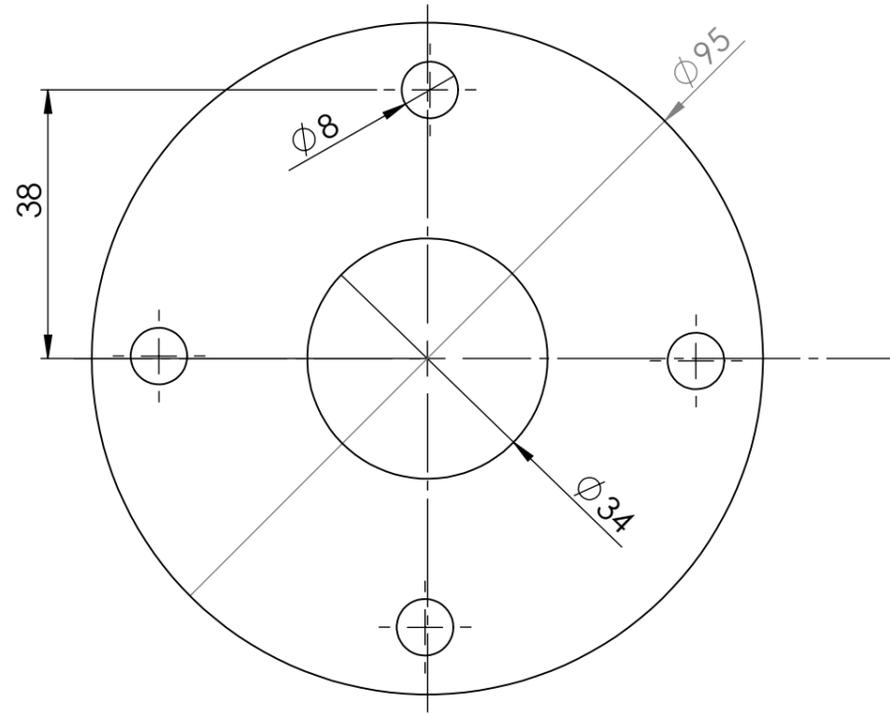


DETALLE A
ESCALA 1 : 20

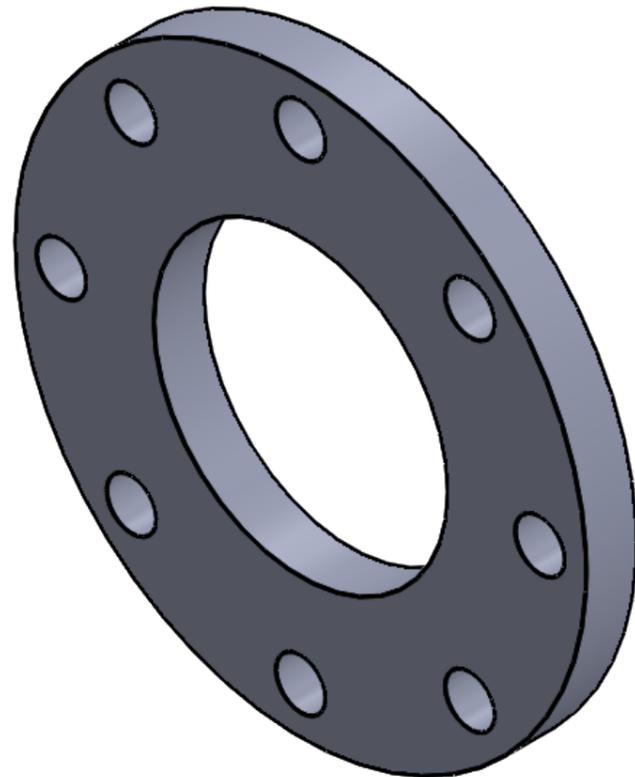
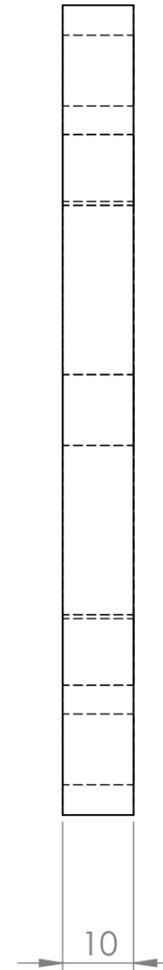
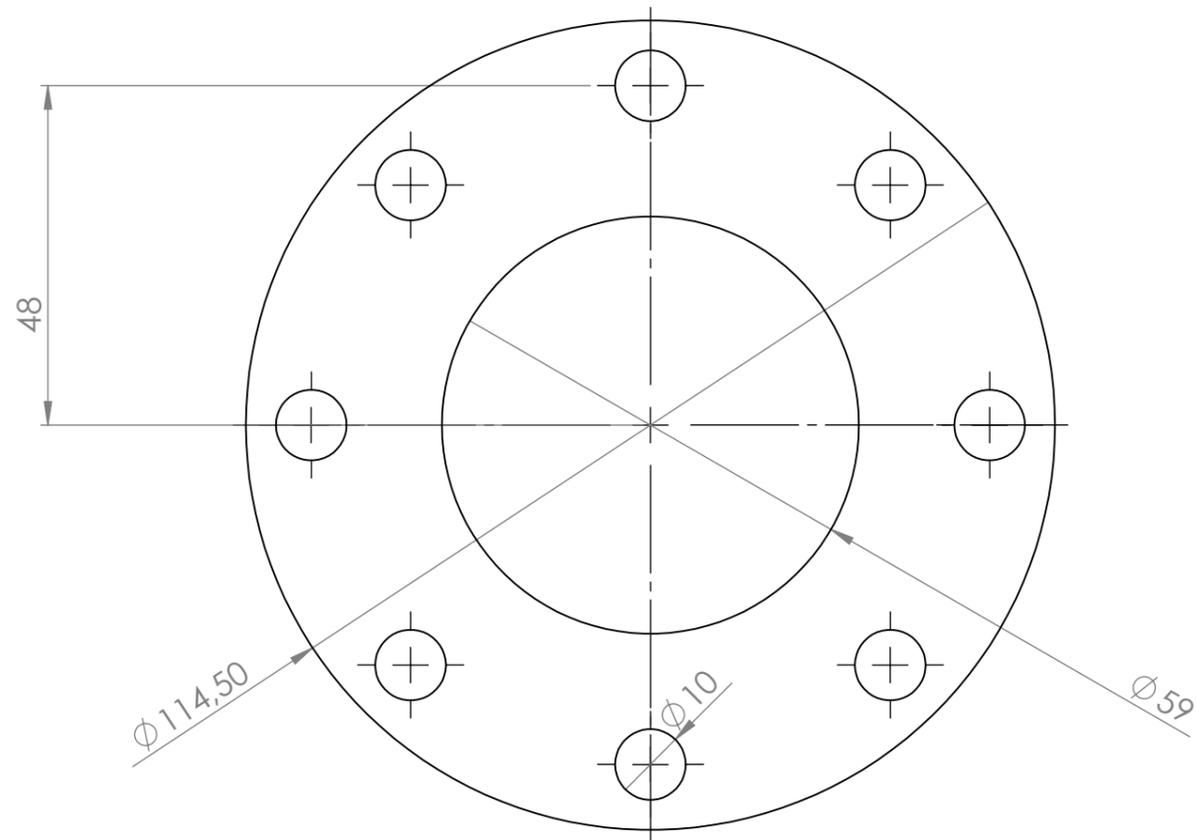
Dibujo	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
	Feb-21	CJE-RCF		
	Reviso	Mar-21		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	Dimensiones Recinto de sistema de filtrado			Codigo del plano
				
				Plano N° 8



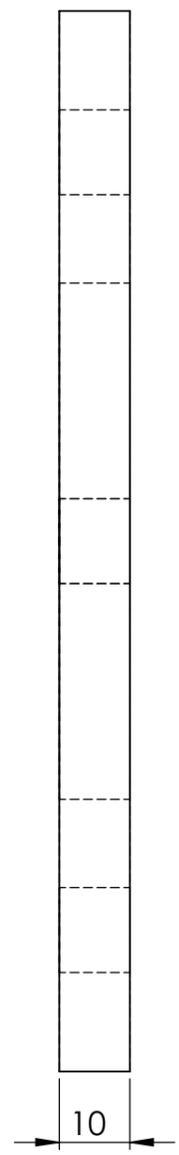
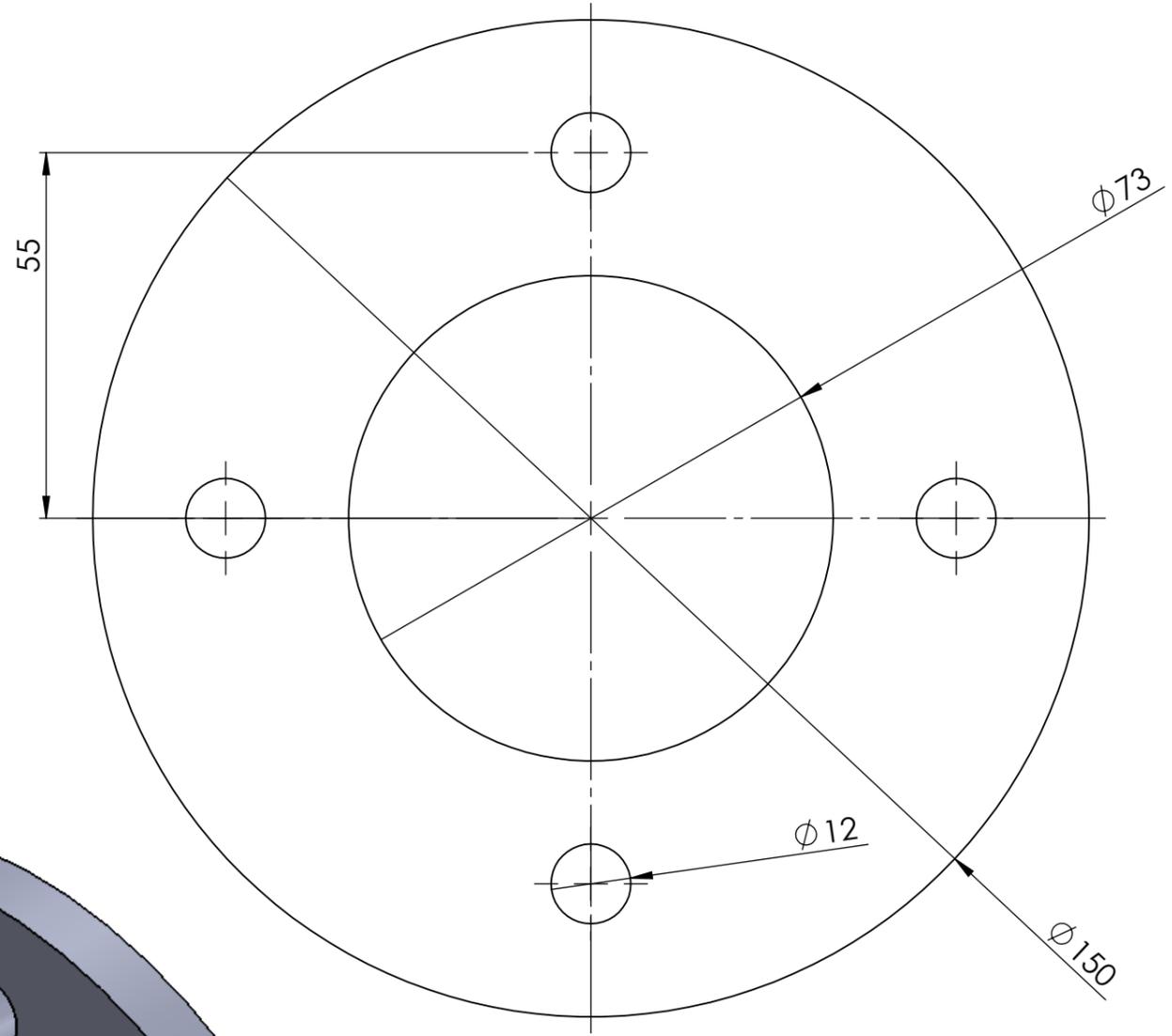
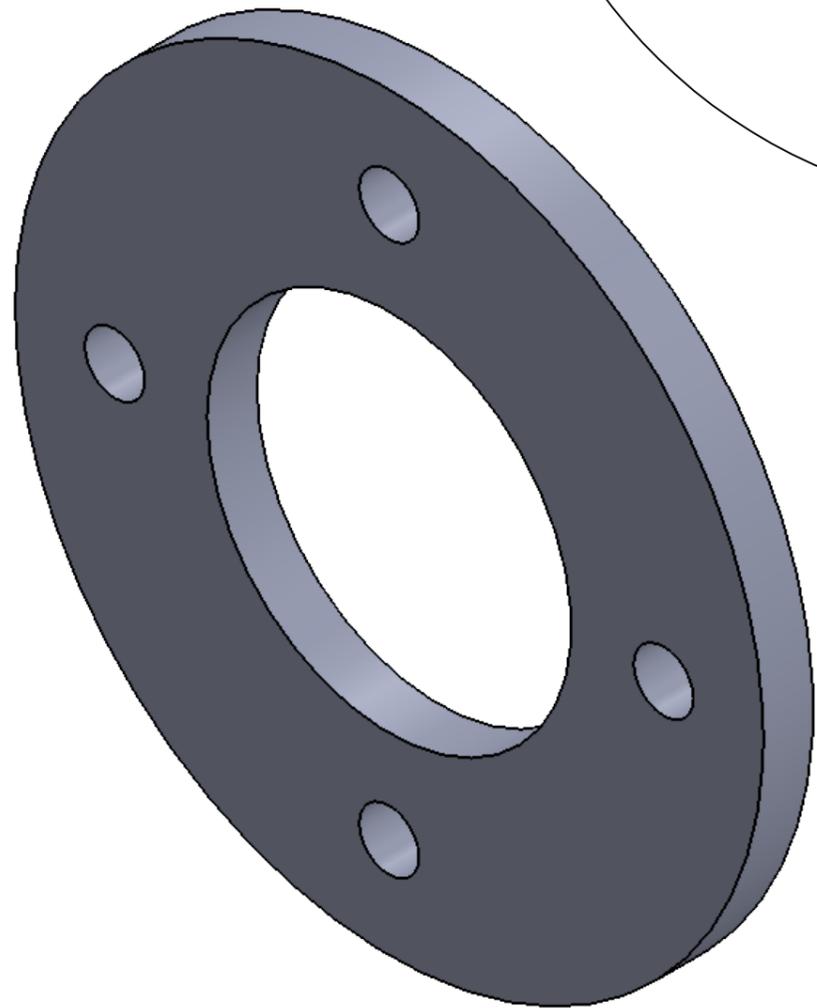
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala				Codigo del plano
				Recinto
				Plano N° 9

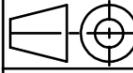


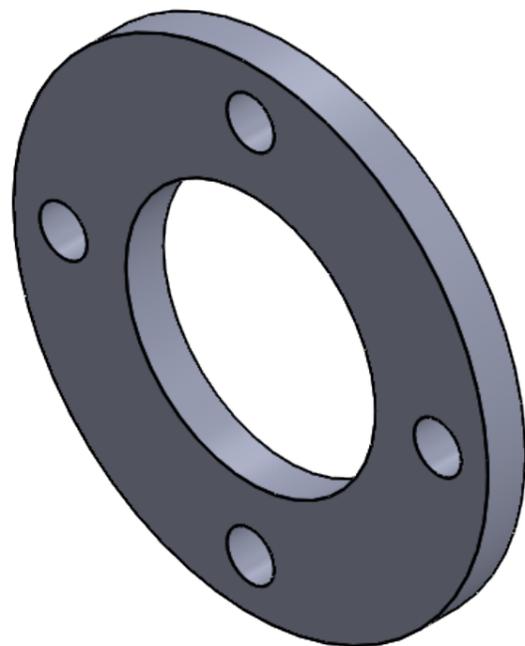
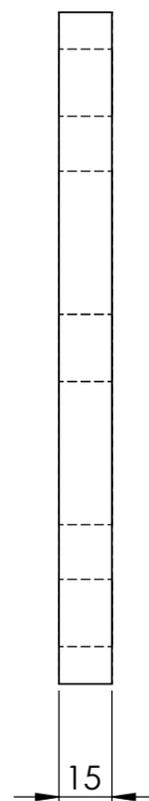
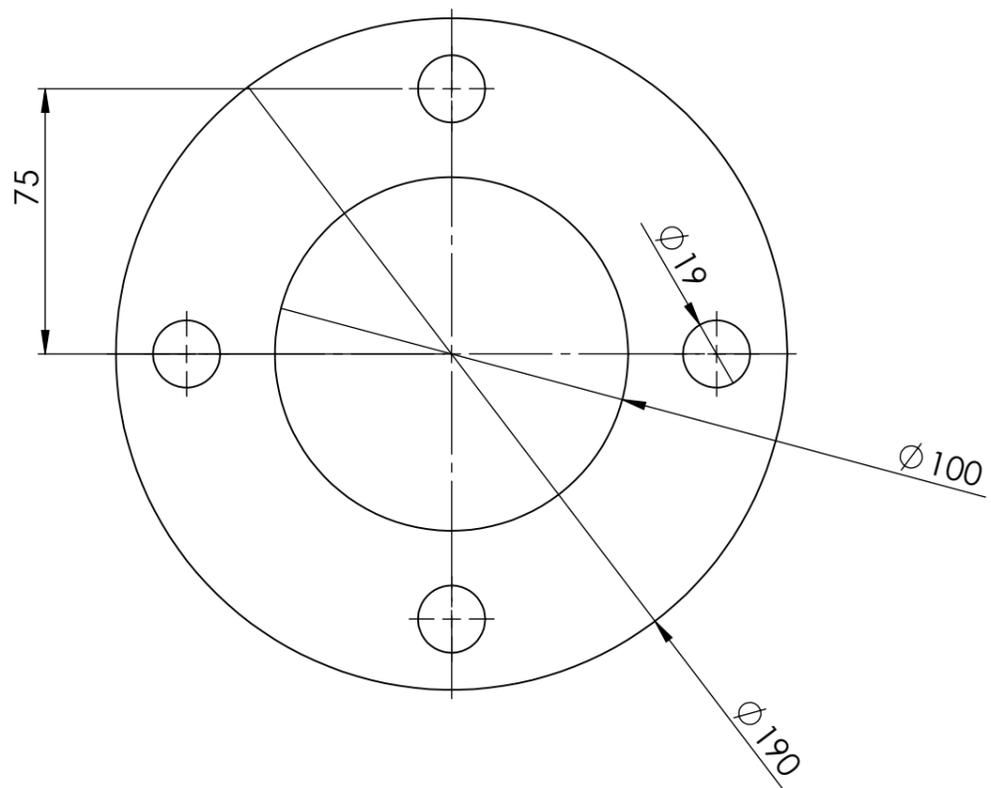
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	 Brida Bd-01-GAE-SH D=25mm descarga bomba recalentamiento			Codigo del plano PI-10-C-GAE-SH-RV
				Plano N° 10



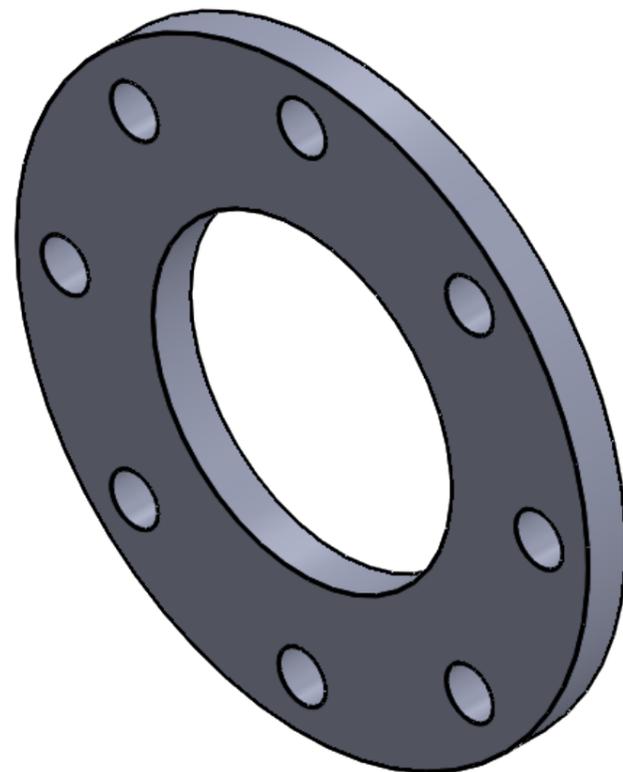
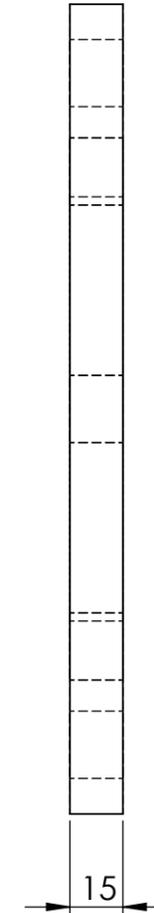
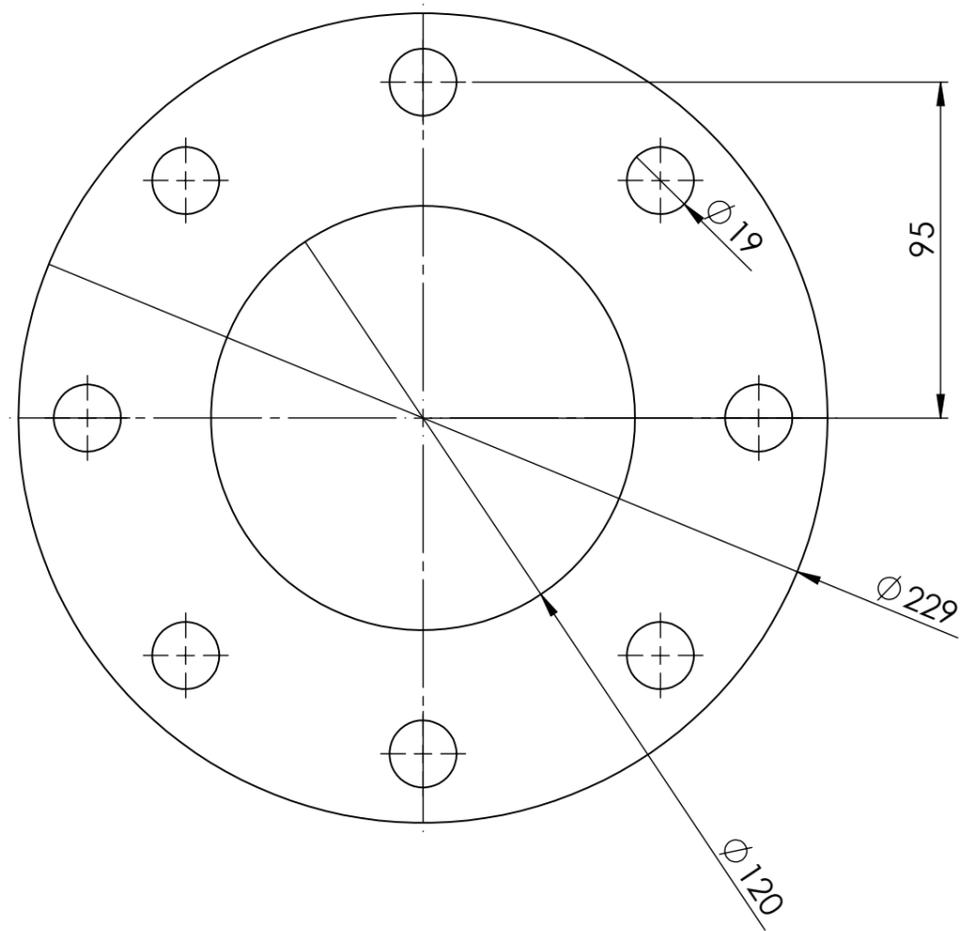
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala				Codigo del plano
				Brida Bd-02-GAE-SH D=50mm alimentacion de bomba recalentamiento
				Plano N° 11



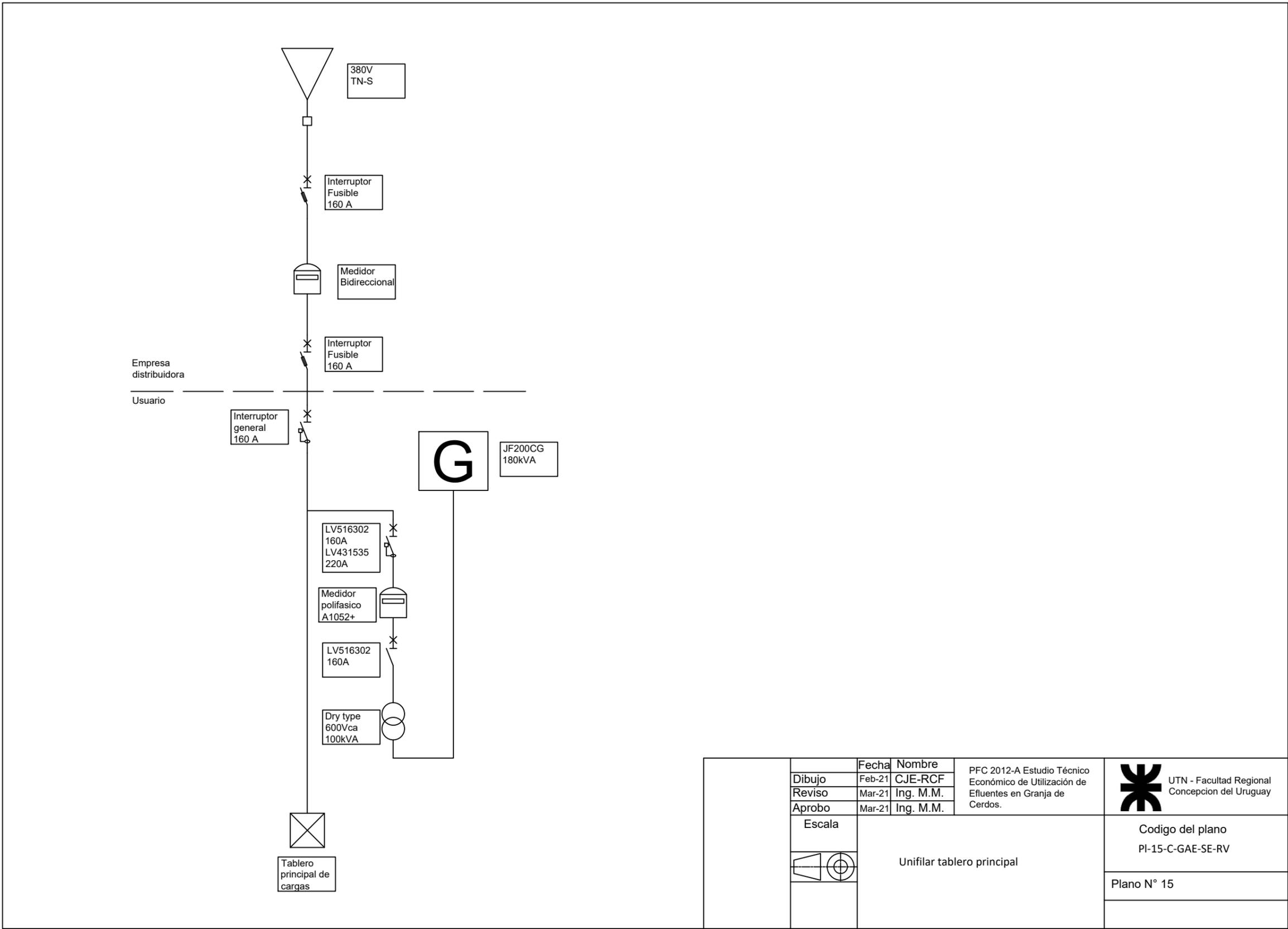
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	Brida Bd-03-EAB-SB D=63mm alimentacion y descarga de turbina regenerativa, caudalimetro y arrestallama			Codigo del plano
				
				Plano N°12



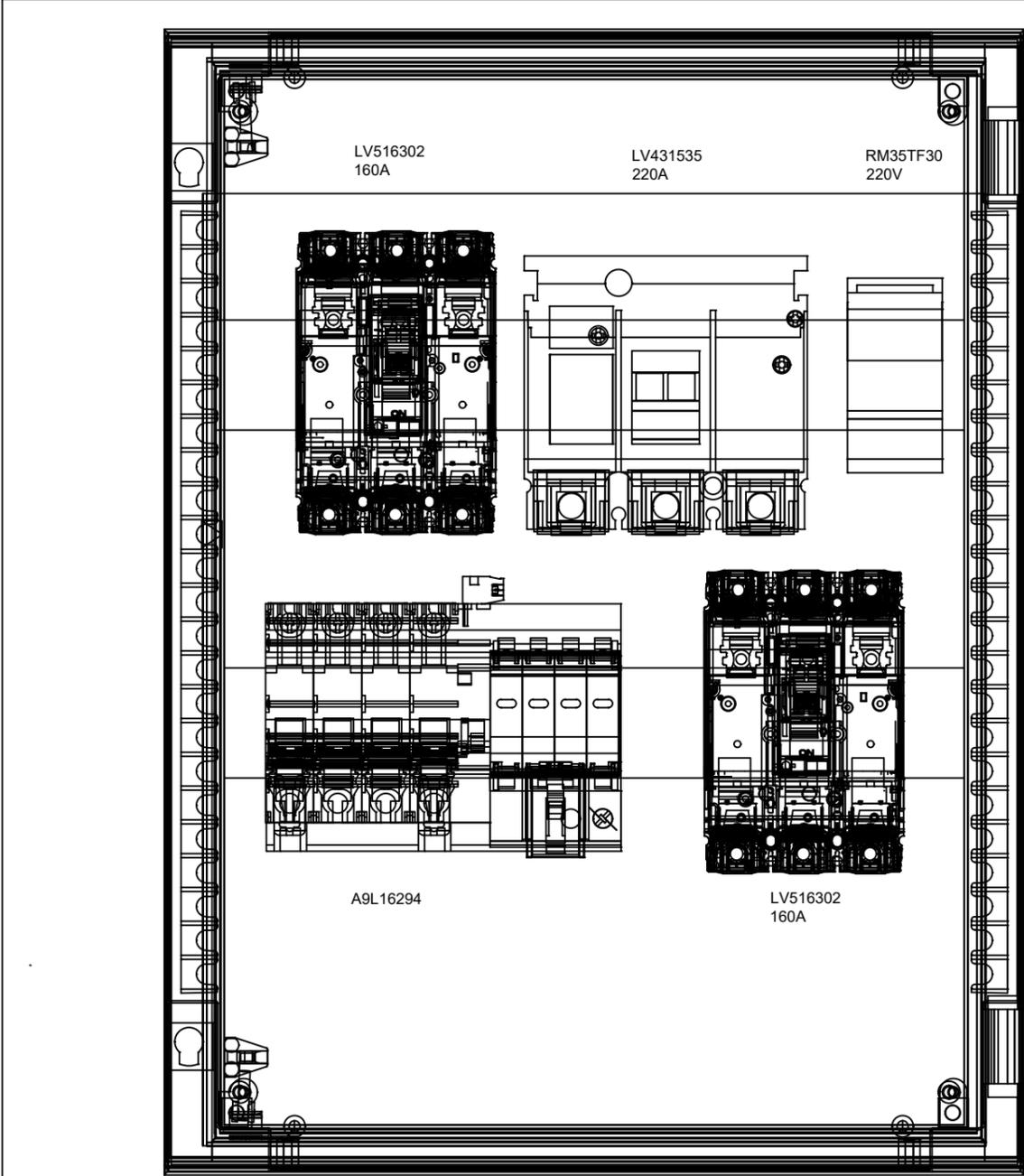
	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay		
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF				
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.				
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.				
Escala				Codigo del plano PI-13-C-BIO-SH-RV		
				Brida Bd-04-BIO-SH D=90mm descarga bomba de recirculado		
				Plano N° 13		



	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala				Codigo del plano PI-14-C-BIO-SH-RV
				Brida Bd-05-BIO-SH D=110mm bomba de recircula
				Plano N° 14



	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala			Unifilar tablero principal	Codigo del plano PI-15-C-GAE-SE-RV
				Plano N° 15



LV516302
 Int. Aut. Cvs160B 25Ka Tmd125 3P3D

LV431535
 Bloque Vigi Mh P/ Nsx250 3P 220 A 440V

RM35TF30
 Relé de Control de Secuencia y falta de Fase +
 Asimetría + Sub/Sobre Tensión

A9L16294
 LIMITADOR IQUICK PRD40R 3P+N CLASE II

	Fecha	Nombre	PFC 2012-A Estudio Técnico Económico de Utilización de Efluentes en Granja de Cerdos.	 UTN - Facultad Regional Concepcion del Uruguay
Dibujo	Feb-21	CJE-RCF		
Reviso	Mar-21	Ing. M.M.		
Aprobo	Mar-21	Ing. M.M.		
Escala	 Tablero principal		Codigo del plano PI-16-C-GAE-SE-RV	
			Plano N° 16	