

PROYECTO ESPECIAL

OFICINA DE PARTES 2 ^a FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	20/04/2017
Hora	17:40
Nº Ingreso	38241

**PLANTA DE BIOGAS Y CO-GENERACION
DE ENERGIA TERMICA Y ELECTRICA PARA AUTOCONSUMO**

Sr. Christof Weber Schilling

“Proyecto de Energías Renovables No Convencionales para el sector agroalimentario y forestal”

Ministerio de Energía - Fundación para la Innovación Agraria

Código PYT-2014-0142 – AÑO 2014-2015

INDICE

1.0 PRESENTACION.....	4
2.0 IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE.....	4
3.0 DOCUMENTOS DE RESPALDO.....	5
3.1. Contrato entre FIA y Cristof Weber.....	5
4.0 EMPRESA RESPONSABLE DEL PROYECTO.....	20
4.1. Experiencia de la Empresa.....	21
4.2. Proyecto Especial 1.....	22
4.3. Proyecto Especial 2.....	23
4.4. Proyecto especial 3.....	25
5.0 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	24
5.1. Esquema de la Planta Biogás.....	28
6.0 MEMORIA DE CALCULO.....	29
6.1. Generalidades.....	29
6.2. Reglamentación.....	31
6.2.1. Referencias Normativas.....	31
6.2.2. Concordancias.....	34
6.2.3. Materiales.....	35
6.3. Obras Previas.....	35
6.3.1. Instalación de Faenas.....	35
6.3.2. Trazadores y Niveles.....	36
6.4. Obra Gruesa.....	36
6.4.1. Movimientos de Tierra.....	36
6.4.2. Rellenos.....	37
6.5. Encofrados.....	37
6.5.1. Descimbrado ,Desencofrado y Desmolde.....	38
6.6. Hormigón.....	38
6.6.1. Hormigón de Emplatillado.....	39
6.6.2. Hormigón de sobrecimientos.....	39
6.6.3. Radier de Hormigón.....	40
6.6.4. Poyos y solerillas de hormigón.....	40
6.7. Estructuras de Maderas.....	40
6.7.1. Estructura de cubierta Biodigestor.....	41
6.8. Pilares Biodigestor.....	41
6.9. Sala de Maquina.....	41
6.10. Planta de Defulsuración.....	42
6.11. Terminaciones.....	42
6.11.1. Aislación.....	42
6.11.2. Impermeabilizacion.....	43
6.12. Entrega Final.....	43
7.0 NORMAS TECNICAS DE REFERENCIA.....	44

8.0 LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	70
8.1. Descripción del Funcionamiento.....	70
8.2. Puesta en Marcha Secuencia Operativa.....	71
8.3. Precauciones para el uso del Biogás.....	72
8.4. Mantenición de Planta y Seguridad.....	73
8.5. Actividades de Mantenimiento.....	74
8.5.1 Mantenimiento del Biodigestor.....	74
8.5.2 Limpieza del decantador.....	74
8.5.3 Limpieza y Mantenición de Tuberías.....	74
8.5.4 Mantenimiento de Geomembrana.....	75
8.5.5 Mantenimiento Grupo Electrógeno.....	75
8.5.6 Mantenimiento de Antorcha.....	76
9.0 MEDIDAS DE SEGURIDAD... ..	77
9.1. Equipo Personal de Seguridad.....	77
9.2. Regular y Mantener Medición de Biogás.....	78
9.3. Arrestador de Llama o Corta Llama.....	78
9.4. Antorcha o Quemador.....	79
9.5. Valvulas de Seguridad o Sobrepresión.....	80
9.6. Siniestros en Biodigestor.....	80
9.7. Acciones Según Posibles Fallas.....	81
9.8. Ficha Visita Planta Biogás.....	82
10. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS	83

4.0 EMPRESA RESPONSABLE DEL PROYECTO

El empresario responsable del Diseño, Ingeniería, Administración y Ejecución de las obras de la Planta de Biogás y Generación de Energía Térmica y Eléctrica para Autoconsumo es Mario Avila Grothusen, empresario chileno con oficina comercial y de operaciones en la ciudad de Osorno, Región de Los Lagos.

Nombre: Mario Avila Grothusen

Título: Ingeniero Mecánico, Universidad Católica de Valparaíso, 11 de Enero del 2000.

4.1 Experiencia de la empresa

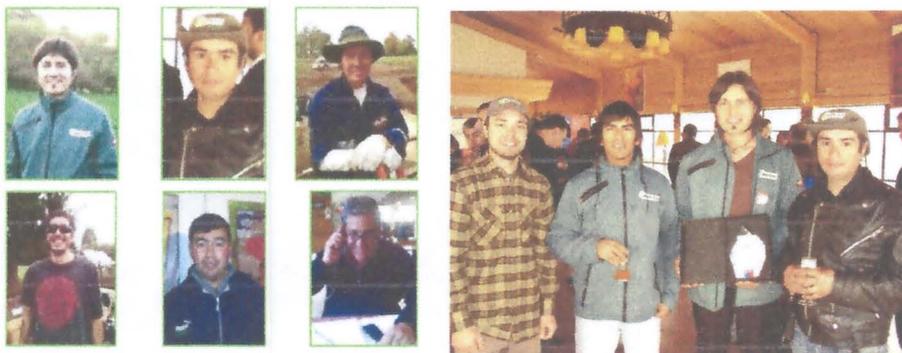
Con amplia experiencia en el Diseño y Construcción de Sistemas de Tratamiento de Purines con Biodigestores para la producción de biogás a partir de purines de vacas y de cerdos, con más de 6 años de experiencia en el mercado de la innovación, es una empresa que se dedica a la implementación de biodigestores y nace como respuesta a la compleja situación energética y medioambiental del país, es reconocida por la comunidad el sector público y privado como una empresa innovadora en el mercado energético de la región.

Sus inicios datan del año 2008 y contó con el apoyo financiero de Sercotec, a través de un concurso, el año 2011 fue ganadora del “Premio al Emprendimiento Energético”, de Sercotec, el mismo año fue ganadora del concurso “IDM” de Sercotec y el 2012 ganador del “Premio Regional PYME Innovadora” del Gobierno de Chile.

Empresa regional formada por profesionales y técnicos chilenos quienes diseñan y construyen biodigestores que producen energía térmica y/o eléctrica, además servicios de mantención a las instalaciones y funcionamiento.

La empresa es liderada por su fundador Mario Ávila Grothusen, Ingeniero Mecánico de profesión quien ha complementado sus estudios, competencias y experiencia adquirida en crear un sistema innovador con un potencial desarrollo del producto.

Este emprendimiento da sus primeros pasos el año 2008, con un proyecto piloto a nivel casero que producía gas para una cocinilla y calentar un litro de agua. A la fecha Biotecsur SPA ha desarrollado diversos proyectos de biogás en lecherías y planteles porcinos y además ha desarrollado asesorías de ingeniería para proyectos de plantas de producción de biogás para generación de energía térmica y eléctrica a partir de purines de vacas y cerdos, destacando entre ellas, el sistema de tratamiento con Biodigestores para purines de cerdos en el Centro de Educación y Trabajo (CET – TALCA) de Gendarmería de Chile, con un plantel de 300 animales.



4.2 Proyecto Especial 1

Nombre de proyecto	Biodigestor Agroindustrial	Ubicación	<i>X Región-Puyehue</i>
Energía primaria	Purines de vacunos, restos orgánicos.	Tecnología	Biodigestores y cogeneración eléctrica
Capacidad instalada (kW)	27KW	Fecha de inicio ejecución	2011-2012
Energía anual generada (kWh/año)	40.150 kWh/año	Fecha de término ejecución	
Referencia de contacto	Ricardo Bornscheuer	Teléfono	

Diseño, Ingeniería, Construcción, Puesta en Marcha y Funcionamiento.

DATOS TECNICOS:

Vacas en pastoreo, 280 unidades

Electricidad producida por vaca: 143KWh/Año

 **Proyecto "Fundo Quebrada Honda"**



Planta Biogás "Quebrada Honda"

Sr. Ricardo Bornscheuer

Ubicación: Puyehue, Cruce Cardal.

Año Fabricación: 2011-2012

Planta de Tratamiento para Purines de vaca.

Plantel: 250 a 300 vacas.

Riles: 4 m³/día

Potencia instalada: 31 KVA.

Uso energía: Autoconsumo, 1 a 2 ordeñas/día

4.3 Proyecto Especial 2

Nombre de proyecto	Biodigestor Agroindustrial	Ubicación	<i>X Región-Purranque</i>
Energía primaria	Purines de vacas, restos orgánicos.	Tecnología	Biodigestores y generación térmica
Capacidad instalada (kW)	Energía Térmica Biogás en Caldera para calentar agua 90.000 kcalorías/día (104kwht/día) 35.405 kwht/año	Fecha de inicio ejecución	2011-2012-2014 (3 ETAPAS)
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	
Referencia de contacto	Resi Reinecke	Teléfono	

Diseño, Ingeniería, Construcción, Puesta en Marcha y Funcionamiento.

DATOS TECNICOS:
Vacas en pastoreo, 250 unidades
Energía producida por vaca, 141Kwht/Año



Proyecto Fundo "El Anima"





Planta Biogas: "Fundo El Anima"
 Propietaria: Señora Resi Reinecke.
 Ubicación: Purranque - Crucero.
 Año de Fabricación: 2012

Rebano: 150 a 250 Bovinos.
 Producción Biogas: 32 mts³/Día.
 Primera Etapa Construida.

4.4 Proyecto Especial 3

Nombre de proyecto	Biodigestor Agroindustrial	Ubicación	VII región-CET-TALCA
Energía primaria	Purines de cerdos (300 cerdos)	Tecnología	Biodigestores y generación térmica
Capacidad instalada (kW)	Energía Térmica Biogás en calefactores para crías 210.000kcal/día (potencial)	Fecha de inicio ejecución	2013- 2014
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	
Referencia de contacto	Cristian Aravena (Gendarmería de Chile)	Teléfono	

Diseño, Ingeniería, Construcción, Puesta en Marcha y Funcionamiento.

DATOS TECNICOS:

Cerdos estabulados 24h, cantidad 300 unidades
Energía producida por cerdo, 700 kilocalorías/año

Biotecsur Proyecto "CET Talca"
 Diseño de Biodigestores

Planta Tratamiento de Purines de cerdo
 Centro de rehabilitación CET TALCA
 Cliente: Gendarmería de CHILE
 Ubicación: TALCA, Km 13, San Clemente
 Año desarrollo: 2013

Planta de Tratamiento de Purines para cerdos.
 Plantel: 300 cerdos.
 Riles: 2 a 3m²/día
 Calefacción con dos quemadores para crías.

5.0 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un Sistema de Tratamiento de Purines, Producción de Biogás y Generación de Energía (Eléctrica para autoconsumo y Energía Térmica para calefaccionar el Biodigestor), compuesto de canalización de los purines, un Decantador de RILES, un Estanque de Recepción, un Biodigestor para producir biogás, un Estanque de Acopio (segunda etapa) para acumular los purines (digestado) que provienen del biodigestor. El biogás producido se utilizará para la generación de energía térmica y eléctrica para el autoconsumo en los distintos procesos de la planta de biogás y sala de ordeña. Este es un sistema de tratamiento de purines de las vacas a través de un proceso de descomposición anaeróbico en un Biodigestor que produce Biogás, el cual se combustiona en un Grupo Electrónico.

El sistema está diseñado para tratar los Purines producidos por una masa de 1000 vacas en sistema de semi-estabulación, con una producción diaria de purines que va de **20 a 50m³/día** (Por cálculo la producción de purines va de 22 a 44m³, por lo que se aproxima Ver Tabla N°1, Pag. 42) y consiste en:

1.- **DECANTADOR:** Decantador de hormigón con un volumen útil de **60m³**, que permitirá la recepción de Purines decantando Arena y elementos pesados que provengan de los patios de espera y la sala de ordeña, lo que permitirá separar los sólidos (Arena y Piedras) de los líquidos (purines) los cuales ingresarán al biodigestor. En la cámara de salida del Decantador se integra una Bomba que permite vaciar el contenido para poder realizar la limpieza y retiro de arena decantada.

2.- **ESTANQUE DE RECEPCION:** A continuación del Decantador está el Estanque de Recepción de **300m³** de volumen útil, que permite la pre-descomposición o inicio del proceso el cual tarda unos 6 a 15 días, mejorando el funcionamiento del Biodigestor el cual recibe los purines pre-digeridos. El estanque de recepción será el Actual pozo purinero existente.

3.- **BIODIGESTOR:** Los rebalses del Estanque de Recepción ingresan directamente por rebalse al Biodigestor.

Volumen útil: **1.400 m³** (volumen útil).

Tiempo de Retención Hidráulica (TRH): 28 a 70 días.

Agitación: Equipos de agitación constante a base de dos agitadores de paletas superficiales. 20 a 25 R.P.M.

Calefacción: Sistema de calefacción (intercambiador de calor y serpentines) Temperatura de trabajo 28 a 35°C.

Estructura Inferior: Terreno impermeabilizado completamente con Geomembrana de Caucho.

Estructura Superior: Geomembrana Flexible EPDM, 1,14mm de espesor.

4.- **SALA DE MAQUINAS:** La Sala de máquinas está dividida en dos partes, la más grande de 25,5m² albergará al Grupo electrógeno y la segunda de 11,95m² para los Tableros eléctricos. Está diseñada con sus respectivos accesos y ventilaciones superiores e Inferiores.

Superficie total: 37,5m².

Estructura: Fierro protegido con Anticorrosivo.

Cobertura: Planchas PV4 (verdes).

Techo: Planchas de Zinc y transparentes (alternadas).

Radier: Hormigón armado de 15cm de espesor. Tipo H-25.

Potencia Grupo Electrógeno: 50kwh

5.- **PLANTA DESULFURACION:** Esta planta consiste en:

- 2 Filtros de 0,5m³ cada uno para atrapar el H₂S del Biogás.
- 2 Trampas de agua e impurezas, de 0,02m³ cada uno (atrapar vapor de agua).
- 1 Soplador para aumentar presión de Biogás a 20 milibares.
- 1 Contador Volumétrico (Lectura Biogás generado)
- 1 Manómetro (lectura de presión RED Biogás y Gasómetro).
- 1 Válvula de sobrepresión, presión de apertura 5 milibares (regulación en Puesta en marcha), Biogás liberado hacia Antorcha.

6.- **ESTANQUE ACOPIO AGUAS VERDES:** Se integrará un estanque de **60m³** para almacenar la fase líquida que se pueda separar del efluente del Biodigestor. Esta fase líquida se reutilizará para realizar el lavado de los patios y evitar consumos excesivos de agua dulce para esta labor.

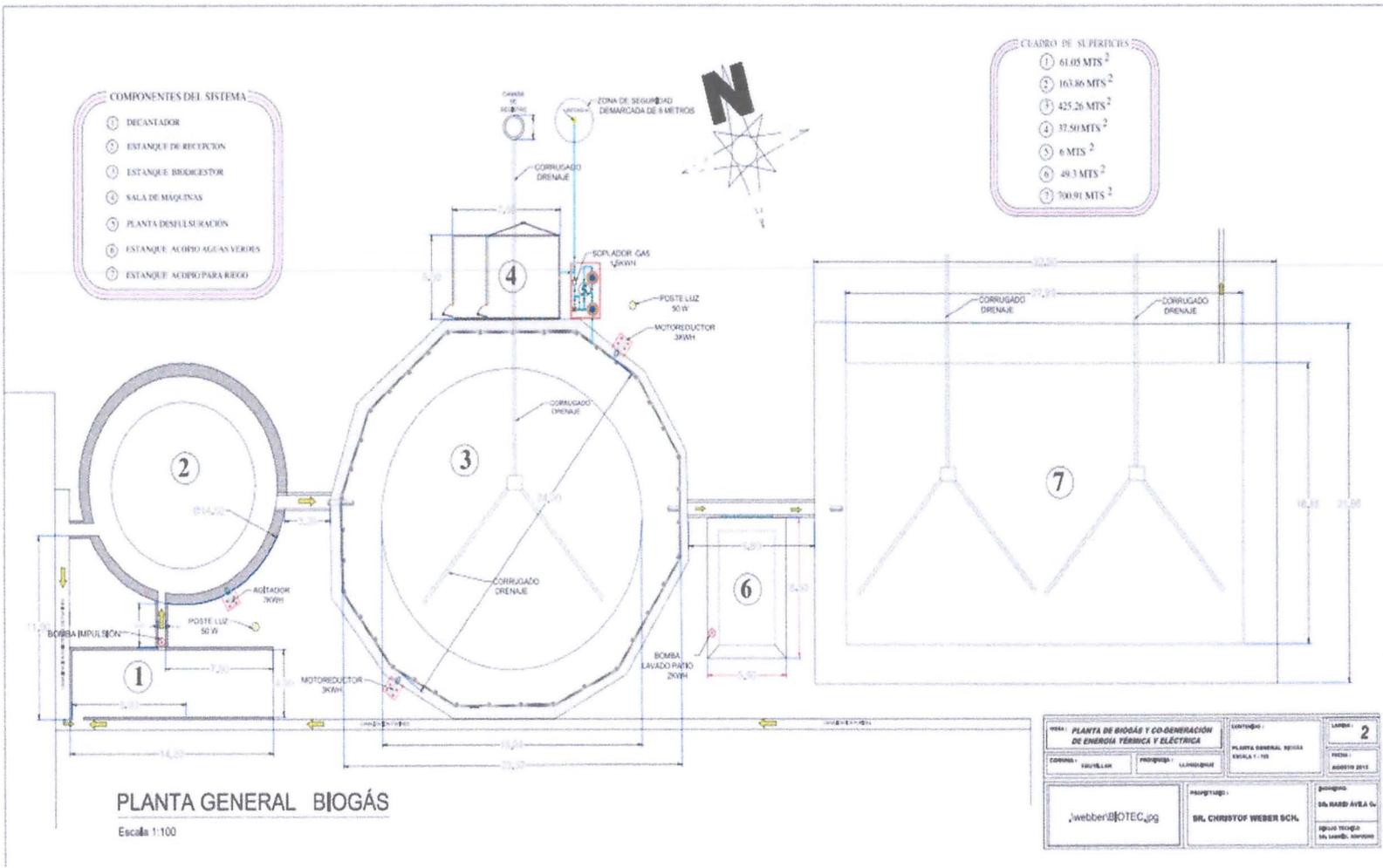
7.- ESTANQUE DE ACOPIO PARA RIEGO: Los Rebalses o Efluentes del Biodigestor ingresarán por medio de una canal abierta de hormigón armado al Estanque de Acopio de **2200m³** volumen útil, consiste en un pozo purinero impermeabilizado con Geomembrana, donde se recepcionarán los purines que provengan del Biodigestor.

Al utilizar los desechos de los animales (purines), se podrá producir energía limpia y renovable a través de un proceso anaeróbico en un sistema cerrado, denominado Biodigestor y que permite la producción de biogás, cumpliendo con las normas sanitarias DS 46 y DS 90.

8.- ANTORCHA SOBREPRESION: Se integrará una Antorcha que quemará el exceso de Biogás cuando la presión exceda de 5 milibares (presión de trabajo de la Geomembrana EPDM 1,14m con un diámetro de 20m, según pruebas de trabajo en plantas de Biotecsur), Esta presión se debe chequear en terreno en la fase de Puesta en Marcha.

La línea hacia la Antorcha se deriva antes del Soplador ubicado en la Planta desulfuración. Esta Antorcha se ubica a una distancia de 8m alejada de la Sala de máquinas y del Biodigestor (Radio seguro de 8m).

5.1 Esquema Planta de Biogás



Nota: Planos técnicos adjuntos como Anexos.

6.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS CONSTRUCTIVAS

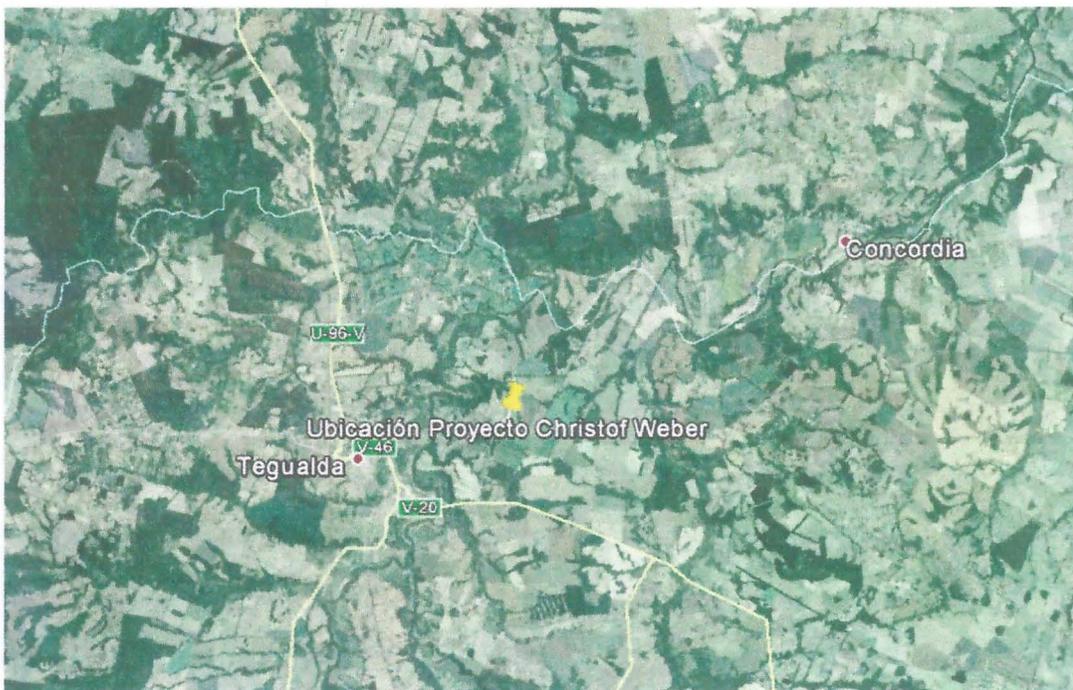
6.1 GENERALIDADES

El presente proyecto se refiere a la construcción de Planta generadora de biogás para generación de electricidad para autoconsumo, este sistema de tratamiento de RILES está constituida por los siguientes elementos: Estanque Decantador de 60 mts³, Estanque de Recepción de 310 mts³ útil, Estanque Biodigestor de 1.400 mts³, Sala de Máquinas de 37 mts², Planta de Desulfuración 6 mts² y un Estanque de Acopio de 2.200 mts³.

Este sistema para tratamiento de purines funciona por intermedio de un proceso de descomposición anaeróbica en un biodigestor que al final del proceso produce bio-gás, con este biocombustible permite generar Energía Térmica, Eléctrica y también Biofertilizante.

El proyecto está ubicado en el sector rural camino a Tegualda en la Ruta V-20 km 30, Fundo Los Colihues, Comuna de Fresia, Región de Los Lagos.

Ubicación Geográfica WGS-84. UTM: N 5456171 – E 636799.



La ejecución de la obra debe cumplir estrictamente con lo establecido en las presentes Especificaciones Técnicas y los planos de Arquitectura que se adjuntan.

Con el fin de evitar atrasos, el contratista debe preocuparse con la debida anticipación de contar con todo material necesario para la obra. Solo se aceptarán materiales que exhiban su procedencia, pudiendo el Inspector Técnico de Obra, en adelante (I.T.O.) exigir al

contratista certificado de calidad otorgado por entidades previamente aprobadas por el Instituto de Normalización Nacional (I.N.N.).

Al inicio de la obra el contratista debe preocuparse de hacer un replanteo general. Si hubiese diferencias deberá de inmediato informar al I.T.O.

Las pruebas parciales y finales de las instalaciones serán responsabilidad del contratista. Este a su vez deberá entregar los resultados de las pruebas a la I.T.O.

Cualquier modificación que se introduzca en los proyectos originales informativos, debe registrarse en los planos de construcción que el contratista debe entregar a la I.T.O. al término de las faenas.

6.2 REGLAMENTACION

La ejecución de la Construcción de Planta Productora de Biogás, se harán de acuerdo a:

a) Planos adjuntos (Anexo 1)

b) Especificaciones Técnicas

c) Normativas Medio Ambientales:

- Normativa y Acuerdos de Producción Limpia (APL).
- Ley de Bases del Medio Ambiente N° 19.300/1994
- Ley N° 20.339/1978. DFL N° 1. Ministerio de Minería.
- Decreto Supremo N°90/2000
- Decreto supremo N°46/2002
- Decreto Supremo N°66/2007
- Legislación Sanitaria D.S.594.

6.2.1. REFERENCIAS NORMATIVAS:

Algunas de las siguientes normas sirven como referencia o constituyen requisitos para esta Construcción:

- NCh170** *Hormigón – Requisitos generales*, En ella se establecen los requisitos generales mínimos para fabricar, transportar y colocar hormigones de densidad entre 2 000 y 2 800 kg/m³.
- NCh173** *Madera – Terminología general*, Esta norma establece el significado de los términos en relación con maderas, que se emplean comúnmente para la descripción morfológica de la madera, en la industria, comercio y uso de este producto, y es aplicable para todos los tipos de madera.
- NCh181** *Bloque huecos de hormigón de cemento*. En ella se establecen las condiciones que deben cumplir los bloques huecos de hormigón de cemento, con o sin tratamiento de impermeabilización, destinados a emplearse en construcciones.
- NCh203** *Acero para uso estructural – Requisitos*. Establece los requisitos que deben cumplir los productos de acero al carbono, laminados en caliente, destinados a emplearse en construcciones estructurales de acuerdo con las normas de construcción correspondientes.
- NCh 204** *Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado*. Esta norma menciona los requisitos que deben cumplir las barras de acero de sección circular, sean lisas y con resaltes laminados en caliente a partir de lingotes y palanquillas.
- NCh222** *Construcción – Planchas lisa de acero recubiertas* – Esta norma consigna los requisitos y métodos de ensayo que deben cumplir las planchas lisas de aceros recubiertos con zinc o 55% aluminio-zinc, para todo uso.
- NCh223** *Construcción – Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas – Requisitos*. En ella se mencionan las condiciones, dimensiones y métodos de ensayo que deben cumplir las planchas onduladas de acero revestidas usadas en cubiertas de techumbre y paredes y que cumplan las disposiciones de la norma NCh222.

- NCh331** *Pintura y productos afines – Terminología.* Tiene como fin uniformar la terminología común para fabricantes, investigadores y usuarios relacionados con el área de pinturas y productos afines.
- NCh347** *Construcción – Disposiciones de seguridad en demolición.* Se encarga de normalizar las medidas mínimas de seguridad que deben adoptarse en las faenas de demoliciones, exceptuándose las que se efectúen por medio de cargas explosivas.
- NCh349** *Construcción – Disposiciones de seguridad en excavaciones.* Se mencionan las medidas de seguridad que deben adoptarse en los trabajos de excavaciones a tajo abierto, efectuadas para obras de construcción de cualquier naturaleza no considerándose por lo tanto las excavaciones subterráneas por su especial naturaleza.
- NCh353** *Construcción – Cubicación de Obras de Edificación - Requisitos.* Esta norma establece procedimientos uniforme para determinar cantidades de las partes que constituyen las obras de edificación y todas sus componentes.
- NCh806** *Arquitectura y construcción – Paneles prefabricados – Clasificación y requisitos.* Se aplica a paneles prefabricados destinados a constituir elementos de un edificio, ya sea que estén formados por un solo material o por diversos materiales unidos para trabajar en conjunto.
- NCh1156/1-5** *Especificaciones técnicas para la construcción - Ordenación y designación de partidas.* Esta norma establece una forma de ordenación, desarrollo y contenido que deben incluir las especificaciones técnicas de proyectos de construcción
- NCh1928** *Albañilería armada – Requisitos para el diseño y cálculo.* En ella se determinan los criterios de diseño y sus limitaciones y los métodos de cálculo de la albañilería armada, usada en las construcciones que utilicen estructuralmente unidades de albañilería cerámica o de hormigón que cumplen los requisitos de la presente norma.

NCh2369. Of 2003 "Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales",

Declarada Norma Chilena Oficial de la República mediante decreto supremo N° 178, de 2003, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

NCh11411/1 Prevención de Riesgos – Parte 1: Letreros de Seguridad.

NCh11411/2 Prevención de Riesgos – Parte 2: Señales de Seguridad.

NCh11411/4 Prevención de Riesgos – Parte 4. Identificación de Riesgos de Materiales.

El proyecto deberá ejecutarse en estricto acuerdo con dichos documentos y con aquellos que se emitan con carácter de aclaración durante su desarrollo.

La obra deberá ejecutarse respetando la legislación y reglamentación vigente en especial: la Ley General de Urbanismo y Construcciones, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Ordenanzas Municipales que correspondan en el ámbito local.

6.2.2. CONCORDANCIAS

Cualquier duda por deficiencia de algún plano o especificación o por discrepancia entre ellos, que surja en el transcurso de la ejecución de la obra deberá ser consultada oportunamente a la ITO y será resuelta por los profesionales proyectistas.

6.2.3 MATERIALES

Los materiales que se especifican para las obras definitivas **se entienden sin uso** de primera calidad dentro de su especie conforme a las normas y según indicaciones de fábrica.

La I.T.O. rechazará todo aquel material que a su juicio no corresponda a lo especificado y podrá solicitar al contratista la certificación de la calidad de los materiales a colocar en obra.

En caso que se especifique una marca de fábrica para un determinado material se entiende como una mención referencial, el contratista podrá proponer el empleo de una marca de alternativa, siempre y cuando su calidad técnica sea igual o superior a la especificada; en todo caso, la opción alternativa debe someterse oportunamente a consideración de la I.T.O.

para su aprobación o rechazo, previa consulta a los profesionales proyectistas, quienes resolverán al respecto.

6.3 OBRAS PREVIAS

6.3.1. Instalación de Faenas

La superficie y cantidad de estos recintos serán concordantes con el tamaño de la obra y su localización geográfica y los materiales de éstas construcciones provisionarias serán de propiedad del contratista, quién los retirará al término de la obra.-

Será de cargo y responsabilidad del contratista la elaboración de los proyectos informativos y definitivos de las instalaciones que consulte la obra, a los cuales el contratista debe incorporar todas las correcciones que exijan los respectivos servicios para su aprobación.

Todo material sobrante como excedentes de excavaciones, de rellenos, de escarpes, de demoliciones, etc. Se extraerá de la obra y se transportará a botadero autorizado por mandante.

Al término de la obra se retirarán todos los escombros e instalaciones provisionarias quedando el terreno y la obra limpia y despejada.

6.3.2. Trazados y Niveles

Obtenida la línea, ejes principales y niveles de referencia por proyectista o profesional encargado, se procederá al trazado o replanteo mediante cerquillo nivelado o continuo en todo el perímetro de las futuras obras, éste será de madera compuesto de cuartones unidos exteriormente por tablas horizontales, cuyo borde superior no se ubique a más de 1,20 metros sobre el nivel del terreno. Este cerco estará suficientemente alejado del área de trabajo para no entorpecer las labores específicas. Los ejes principales quedaran debidamente señalados sobre las tablas horizontales mediante clavos de 3'' y alambre N° 18, en horas de poco viento.

Será requisito indispensable antes de iniciar las excavaciones de los posos para acumuladores, decantadores y biodigestor la ratificación del trazado por parte de la inspección técnica de la obra. Para efectos de construcción, se adoptará como cota "0", el nivel definitivo a probado por el Ingeniero o profesional a cargo de la nivelación preliminar del terreno.

6.4 OBRA GRUESA

6.4.1. Movimiento de Tierra

Las excavaciones para decantadores, canales y posos se ejecutaran de acuerdo a planos adjuntos. El fondo de las excavaciones deberá quedar limpio en los niveles que se indiquen. En caso de filtraciones, se utilizarán sistemas que aseguren un agotamiento permanente (bombas, drenes, etc.) Para excavaciones de profundidad media y cuando los planos no indiquen otra cosa, el talud lateral se realizara de acuerdo a cálculo por método de (Fellenius) ver Anexo N° 1.

El contratista deberá entregar al proyectista o profesional encargado de las excavaciones una vez ejecutadas, y obtener en él su Visto Bueno (V°B°), sin el cual no podrá continuar con las siguientes etapas de trabajos.

6.4.2. Rellenos

Si el I.T.O. lo aprueba podrá utilizarse material de las mismas excavaciones, que se encuentre libre de materia orgánica, escombros o desechos.

Se rellenarán por capas horizontales sucesivas de espesor variable con un máximo de 100 cm., regándose y apisonándose una a una por medios mecánicos que reduzcan las capas en 1/3 de su espesor original.

6.5 ENCOFRADOS

Los encofrados serán de planchas de madera enchapada de 19 mm con una base de estructura de metálica desmontable, que presente líneas rectas, planos uniformes, finos y sin alabeos de tal manera que las superficies expuestas o vistas (hormigón en elevación) no tengan defectos. En aquellas superficies no expuestas (hormigón no elevado) se podrá usar madera bruta, siempre que se tomen medidas para evitar la filtración de mortero.

Todos los encofrados corresponderán a las formas líneas y dimensiones de la estructura, tal como se indica en los planos y serán de resistencia tal, que no cedan, por el peso y presión del hormigón fresco.

Los encofrados se reforzarán y unirán, adecuadamente para evitar filtraciones del mortero. Se deberá tener cuidado en asegurar que los encofrados no se sequen y se deformen antes de la colocación del hormigón.

Previo al vaciado del hormigón, el I.T.O. inspeccionará cuidadosamente los encofrados, las distancias de recubrimiento a las estructuras, el armado de las cimbras, la seguridad contra las deformaciones y cuando estos **no** sean satisfactorios, ya sea antes o durante el vaciado del hormigón, el I.T.O. podrá ordenar la suspensión del trabajo hasta que los defectos hayan sido corregidos.

6.5.1. Descimbrado, desencofrado y desmolde

Los encofrados sólo serán retirados después que el hormigón haya alcanzado condiciones de trabajo; esta operación se realizará sin causar daño a las estructuras.

El plazo de remoción deberá tomar en cuenta las propiedades técnicas del hormigón y será previamente aprobado por el I.T.O.

6.6. HORMIGÓN

Esta partida se refiere a la confección, transporte, colocación, curado y control de los hormigones que se utilizarán en la construcción de las obras de cimientos y sobrecimientos, donde lo indique la inspección y proyectos de ingeniería.

No se podrá hormigonar ninguna sección del proyecto hasta que la ITO no haya dado el V°B° a la resistencia y buena ejecución de los moldajes y/o encofrados, armaduras insertos etc.

El cemento a emplear será de calidad y tipo especial o superior, todos los materiales pétreos deberán lavarse a través de medios mecánicos y se hace especial referencia al acopio de ellos y al almacenamiento del cemento de acuerdo a lo estipulado en la Norma respectiva.

El mezclado del hormigón debe efectuarse por medios mecánicos, ya sea en planta o betonera.

El agua a emplear en la confección de hormigones, debe ser potable.

En caso de condiciones climatológicas adversas, el Contratista se abstendrá de preparar hormigón, pudiendo en todo caso, hacerlo si la ITO lo autoriza.

Los hormigones se protegerán adecuadamente de los cambios bruscos de temperatura, evaporación, vibraciones y sol directo, especialmente durante los primeros 14 días de edad.

El Contratista programará las faenas de modo tal que se eviten en lo posible las juntas de hormigonado. En caso que éstas sean inevitables se harán en aquellas zonas de menor sollicitación estructural y de acuerdo con indicaciones del proyecto; considerando un tratamiento especial, sugerido por el Contratista y aprobado por la inspección.

No se aceptara ningún tipo de reparación posterior a los hormigones ejecutados, por no haber previsto dejar los atravesos necesarios ya sea de los servicios involucrados u otros que considere el proyecto. De ser necesarios se deberán demoler los hormigones a costa del contratista.

6.6.1.- Hormigón de Emplantillado

Se consideran emplantillados en hormigón simple de 127,5 Kg. Cem/m³. de material elaborado, con las dimensiones mínimas indicadas en planos de fundaciones y detalles. En caso que las condiciones del terreno lo requieran, deberá profundizarse el espesor del emplantillado hasta alcanzar la capacidad de soporte que se requiera para las fundaciones, pasillos laterales o base de los estanques, además considerar capa de Arena 10 a 15 cm de espesor donde están ubicadas las tuberías de PVC de trasvasije entre posos del proyecto.

6.6.2.- Hormigón de Sobrecimientos

Hormigón grado H-20 = 200 Kg/cm² mínimo, dosificación mínima = 255 kg.cem/m³.

Las armaduras serán visadas previamente por la ITO antes de hormigonar.

Los sobrecimientos deberán ir armados según planimetría en cada dependencia y en para el caso de la sala de maquinarias en cada posición de los pilares de base irán platinas de 100x100x2 mm, unida a ella mediante soldadura al arco un perfil metálico cuadrado de 50x50x2 mm.

Se incluye en esta partida el moldaje necesario cuya estructura tendrá firmeza tal que impida deformaciones por efectos de vaciado del hormigón y sus uniones serán estancas para evitar pérdidas de lechada de cemento.

Antes de hormigonar se verificarán niveles y plomos.

Con la visación de la ITO podrá utilizarse varias veces un mismo moldaje, previa limpieza y reparación.

6.6.3.- Radier de Hormigón

Se ejecutará un radier de hormigón de 15 cm. de espesor con hormigón del tipo H-25 como resistencia mínima para las sala de máquina y decantador principal.

En caso de existencia de errores, se deberá corregir con un afinado de piso para dejar los niveles de piso terminado solicitados.

Irá sobre capa de terreno natural de 10 cm. de espesor compactado, debiendo estar libre de materias orgánicas, arcillas u otros materiales inadecuados.

Los niveles de radieres deben considerar las alturas y espacios necesarios para el paso de las tuberías de instalaciones eléctricas y de gas.

6.6.4.- Poyos y Solerillas de Hormigón

Se ejecutará en el perímetro del biodigestor y estanque de acopio para bio-fertilizante, un emplantillado compactado de 15 cm. de espesor con un hormigón pobre tipo del tipo H-5 como resistencia para instalar los poyos de concreto que se dispondrán en distancias similares de acuerdo a la cantidad de lados del digestor según planimetría y entre ellos irán las solerillas, estas componen la base para instalar las platinas de fierro que servirán para el amarre y sellado de las geo-membranas que contendrán el bio-gas.

6.7. ESTRUCTURAS DE MADERA

Las maderas para envigado de la cubierta del biodigestor serán secas, con contenido de humedad inferior al 22%. No se aceptarán piezas defectuosas o con nudos pasados. Las piezas deben estar exentas de hongos.

No se aceptarán deformaciones en los plomos y niveles, debiéndose usar por lo tanto, maderas de igual escuadrías.

6.7.1.- Estructura de Cubierta Biodigestor

Se contempla la construcción de toda la estructura de techumbre en pino, se ejecutará en base a sistema de Vigas Principales, Vigas Secundarias y Tablas.

Las Vigas Principales apernadas en los pilares y empotradas en la viga lateral del borde interior de las uniones metálicas, distanciadas como máximo a 1,50 m. Se ejecutarán con V. Principal de 3"x 6", V. Secundaria de 2"x5"y Tablas de 1"x5".

Se consultan todos los elementos de anclajes entre madera y platina de pilares. Además verificar in situ que terminaciones queden sin aristas punzantes ni cortantes que puedan dañar el caucho. Sobre la estructura de techumbre, se instalarán Geo-membrana de 1.5 mm de espesor.

6.8. PILARES BIODIGESTOR

Se consultan Pilares Metálicos de Perfil cuadrado de 100x100x4 mm y uno principal en el centro del biodigestor de 100x100x5 mm, estos deberán ser revestidos completamente por la geo-membrana y empotrados en el hormigón mediante platinas 600x600x10 mm con pernos de anclaje, este deberá quedar aislado del pavimento.

Las Vigas Principales irán afianzadas a los pilares con pernos galvanizados c/golilla de acero galvanizado. En todo caso las fijaciones serán de metal en las dimensiones que requieran según escuadría de la madera de la cubierta.

El manejo y la colocación de los elementos serán de acuerdo a instrucciones del fabricante y a las indicaciones especiales de cada caso según planimetría.

6.9. SALA DE MÁQUINAS

La ejecución de una Sala de Máquinas, será en Base a estructura metálica de perfiles cuadrados y rectangulares soldados al arco, anclados por platinas de 100x100x4mm sobre radier de hormigón de tipo H-25, según planos adjuntos.

Se incluye una puerta de 1.80x 0.80 metros de acero de 2 mm de espesor y un portón abatible de dos hojas de 2.5 x 1.8 metros, bastidores y atizadores metálicos con su respectivo sistema de bisagras, picaporte, pestillo, portacandado y candado. Se entregará pintado con dos manos de látex acrílico el hormigón y dos de esmalte con pigmentos anticorrosivos en las puertas.

Se dispondrá de ventilaciones en la Sala de Maquina las cuales serán; celosías ubicadas en un espacio inferior de 20 cm desde loza a plancha ondulada y sobresalir 40 cm. sobre la misma antes de la cubierta.

6.10. PLANTA DEFULSURACIÓN

Se dispondrá de una estructura especialmente diseñada para desulfuración del sistema, la que será en base a estructura metálica, y fijada a radier de hormigón mediante pernos de anclaje tipo Hilti. Esta estructura constará con un sistema de tuberías de PVC de 63 mm de diámetro (*Según Tabla de Resistencia Química Adjunta como Anexo, el PVC se comporta estable en presencia de los gases que componen el Biogás*), válvulas y también un soplador de gas, (motor 1,5kw), estanque separador de aguas de 0,02 m³, dos estanques de plástico de 0,5 m³ cuya función será filtrar H₂S.

6.11. TERMINACIONES

6.11.1. Aislación

Se considera Aislación en la sala de máquinas separación entre las dependencias de tableros eléctricos y enterada de gas a sistema de generación de combustión de biogás.

6.11.2. Impermeabilización

Para los estanques se considera geo-membrana impermeabilizante para evitar escurrimientos y contaminación de napas subterráneas, según las instrucciones del fabricante.

6.12. ENTREGA FINAL

Las obras se entregarán en perfecto aseo de todos los recintos, incluyendo en estos, los pavimentos de acceso a decantador, calles de recorrido de maquinaria, también aseo de sala de máquinas y planta desulfuración.

Para dar término a la Obra el constructor deberá entregar todos los recintos para su uso y los certificados de todas las instalaciones de Gas y Electricidad (SEC), emitidos por las empresas correspondientes. El mandante emitirá una Recepción Final conforme.

Normas técnicas de referencia

En la actualidad no existe una ley o normativa específica que regule el funcionamiento de una Planta de Biogás a pequeña escala que generen energía térmica o eléctrica para ser autoconsumida en los distintos procesos de producción. Sin embargo existen algunos documentos que nos sirven de referencia para mantener un estándar de calidad.

“Cabe mencionar que esta planta está diseñada para trabajar con Biogás a BAJA presión (cualidad de la geomembrana de caucho) no superando los **5milibares** (5cm columna de agua) dentro de los Gasómetros de Caucho.

Antes de ingresar al Grupo electrógeno se aumenta la presión a **20 milibares**. Esta presión permite utilizar tuberías de PVC C10 resistentes a presiones de 100 Metros columna de agua ó **9806 milibares** (Ver NCh 397 y 399 citada en Pag. 48, Tabla de presiones nominales de trabajo a 20°C para Tuberías de PVC) con la debida aplicación de protección contra los rayos UV (Aplicación de Pintura color Amarillo con Filtro UV).

Existe en la actualidad el Marco Legal biogás

DFL N° 1, Ministerio de Minería, de 1978 (Mod. Ley N° 20.339, de 2009):

Artículo segundo.- Establécese un Registro en el que deberán inscribirse las Personas que produzcan, importen, refinen, distribuyan, transporten, almacenen, abastezcan o comercialicen biogás.

El Registro será llevado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles

Artículo quinto.- Por exigirlo el interés nacional, el Presidente de la República, por decreto supremo dictado a través del Ministerio de Energía y publicado en el Diario Oficial, podrá imponer deberes y obligaciones determinados destinados a precaver todo hecho que cause o pueda causar daño a las personas o a la propiedad.

Artículo sexto.- Por decreto conjunto del Ministerio de Energía, que deberá publicarse en el Diario Oficial, el Presidente de la República podrá declarar como normas oficiales nacionales, las normas técnicas y de Calidad Aplicables a cualquiera otra clase de combustibles.

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles será el organismo encargado de fiscalizar el cumplimiento de las normas dictadas en conformidad a la presente ley conforme a sus competencias.

Para estos efectos, es necesario tener presente que se han dictado normas técnicas que han establecido tanto las especificaciones técnicas del gas natural (NCh 2264 Of. 2009) y Biometano (Nch 3123 Of. 2010), las cuales si bien no establecen disposiciones relativas a su tratamiento, si contienen los parámetros de calidad esperable para su posterior aprovechamiento.

En este documento nos hemos apoyado en dos documentos principales:

- 1.- **“Guía de planificación para proyectos de Biogás en Chile”**, Proyecto de Energías Renovables No Convencionales del Ministerio de Energía. (Disponible en la Web).
- 2.- Norma Mexicana **“Especificaciones Técnicas para el diseño y Construcción de Biodigestores en Mexico”** de Enero 2010. (Adjunta como anexo).

7.0 MEMORIAS DE CACULO BIODIGESTOR Y ENERGIA ELECTRICA.

Dimensionamiento del Biodigestor

Los cálculos para el dimensionamiento del Biodigestor están basados en la generación de estiércol de este predio las cuales son ingresadas en un sistema Excel de acuerdo a los datos recopilados por Biotecsur, resultados siguientes:

Tabla N°1

Estación	Peso vacas	kg/vaca	N° vacas	Total purines	kg purines/hora	Horas patio	PURINES m3/día	Biogás m3/día	kwh/día	kw/hora/24hr
Otoño	550	44	1,000	44,000	1,833	16	29.3	586.7	1173.3	48.9
Invierno			1,000	44,000	1,833	24	44.0	880.0	1760.0	73.3
Primavera			1,200	52,800	2,200	16	35.2	704.0	1408.0	58.7
Verano			1,000	44,000	1,833	12	22.0	440.0	880.0	36.7
		Promedio	1050	46200	1,925	17	32.6	652.7	1305.3	54.4

Nota: Se considera una producción de 20m3 de Biogás por cada m3 de Purines. Se considera 2kwh por cada m3 de Biogás, según tabla especificaciones técnicas del proveedor Grupo Electrógeno.

Nota: Se consideran volumen Mínimo de Purines 20m3/día y volumen máximo de purines 50m3/día.

Según revisión del proceso de lavado y limpieza de esta lechería aproximamos la relación promedio entre el Volumen de Purines y el volumen total de RILES (Purines más agua de lavado) como sigue:

Volumen de RILES= Volumen de Purines*1,7

Para este caso ya que solo lavan los patios cercanos a la Sala de ordeña.

Estanque de recepción Existente. La planta utilizará el actual pozo purinero como Estanque de Recepción donde se pre digiere la mezcla.

Medidas del estanque de Recepción:

13,5m diámetro superior. 2,5m profundidad útil.

Talud = 2:1

Cálculo Volumen Estanque Recepción:

Volumen de un cilindro = $\pi \times r^2 \times h$

Dónde:

$\pi = 3,1416$

r = Radio del cilindro

h = altura del cilindro

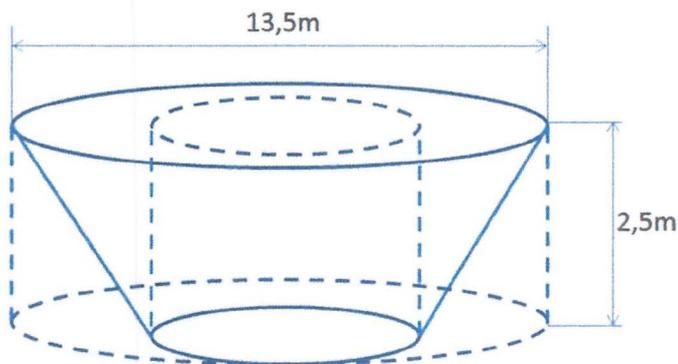
Volumen real del estanque = $V_t - (V_t - V_i)/2$

Dónde:

V_t = Volumen del estanque considerando que es un cilindro sin Talud

V_i = Volumen del cilindro Interior formado por el diámetro inferior del estanque.

Talud = 2:1



Volumen Real del Estanque de Recepción =

$$= (3,1416 \times 6,75^2 \times 2,5) - ((3,1416 \times 6,75^2 \times 2,5) - (3,1416 \times 5,5^2 \times 2,5))/2$$

$$= 357,8 - (357,8 - 237,5)/2$$

$$= 297,6$$

Volumen Real del Estanque de Recepción = **300 m³**

Cálculo de Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = V_e / V_p$$

Dónde:

TRH es el tiempo de retención Hidraulica

V_e es el Volumen neto del estanque o reactor

V_p es el Volumen de sustrato alimentado por día.

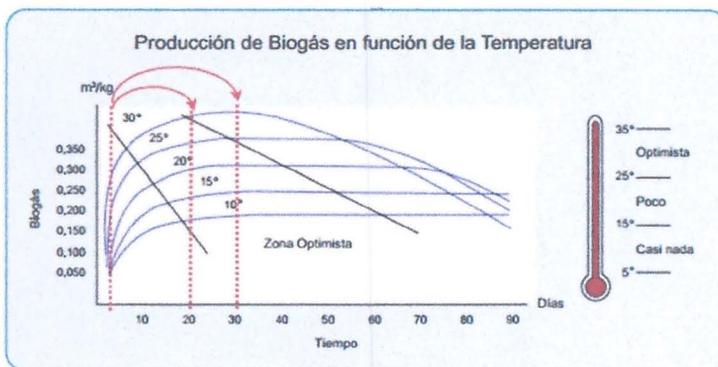
TRH mínimo Estanque Recepción: $300/50 = 6$ días

TRH máximo Estanque Recepción: $300/20 = 15$ días

Con esto se persigue no mezclar las fases primarias del proceso anaeróbico en un mismo estanque optimizando el Volumen del Biodigestor.

Cálculo Volumen Biodigestor

Según fuente:



Rango elegido 28 a 30°C.

TRH mínimo = 28 días.

Volumen de Sustrato máximo promedio según Tabla 1 = 50m³/día (aproximado).

Volumen Biodigestor: $50 \times 28 = 1400$ m³.

Es importante destacar la presencia de agua de napa, que nos obliga a construir una canal perimetral con una profundidad máxima de 5m, por tanto nuestro Biodigestor tendrá una profundidad máxima de 4,8m y 4,5m útiles, consideramos un talud de 2:1 ya que el terreno es muy compacto.

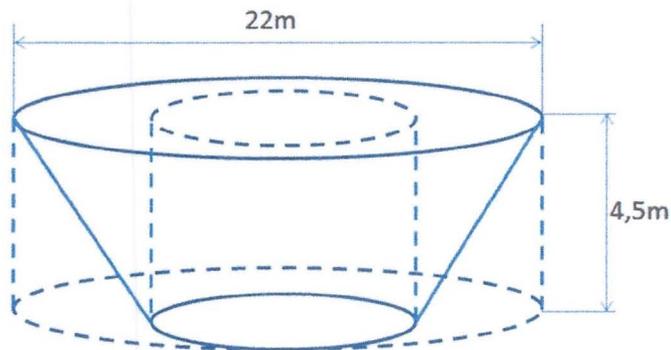
$$\text{Volumen real del Biodigestor} = V_t - (V_t - V_i)/2$$

Dónde:

V_t = Volumen del estanque considerando que es un cilindro sin Talud

V_i = Volumen del cilindro Interior formado por el diámetro inferior del estanque.

Talud = 2:1



Volumen Real del Estanque de Recepción =

$$= (3,1416 \times 11^2 \times 4,5) - ((3,1416 \times 11^2 \times 4,5) - (3,1416 \times 8,7^2 \times 4,5))/2$$

$$= 1710,6 - (1710,6 - 1070)/2$$

$$= 1390,3$$

Volumen Real del Estanque de Recepción = **1400 m³** aproximado.

Cálculo de Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = V_e / V_p$$

Dónde:

TRH es el tiempo de retención Hidráulica

V_e es el Volumen neto del estanque o reactor

V_p es el Volumen de sustrato alimentado por día.

TRH mínimo Estanque Recepción: $1400/50 = 28$ días

TRH máximo Estanque Recepción: $1400/20 = 70$ días

Consumos de la Planta:

1.- Agitador Estanque de Recepcion 5,5kwh

Funcionamiento 20 minutos cada hora

$$60/20 = 3$$

$$1/3 = 0,33$$

$$5,5 \times 0,33 = 1,815$$

$$1,815 \times 24 = 43,56 \text{ kwh/día}$$

2.- Agitador Biodigestor 3kwh (son dos un día de trabajo cada uno continuo)

$$3 \times 24 = 72 \text{ kwh/día}$$

3.- Solpador Biogas 1kwh (continuo)

$$1 \times 24 = 24 \text{ kwh/día}$$

4.- Bomba agua calefaccion 0,2kwh

$$0,2 \times 24 = 4,8 \text{ kwh/día}$$

$$\text{Total: } 43,56 + 72 + 24 + 4,8 = 144,36 \text{ kwh/día}$$

Tamaños de los motores eléctricos para Agitación dimensionados según experiencia con proyectos anteriores y asesoría de la Empresa Ducasse Osorno, se dimensionaron con un 50% de margen de seguridad.

Elección Tamaño grupo electrógeno a Biogas:

Según Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile tenemos:

Calculo de Energía disponible por día:

$$E_{total} \text{ (kwh)} = Q_{biogas} * m * 9,96$$

$$P_{nom} \text{ (kw)} = E_{total} / 24$$

Donde:

E_{total} = Energía Disponible por día

Q_{biogas} = Cantidad diaria de biogas en m³ = 652

m = Fracción de metano en el biogas en % = 65

P_{nom} = Potencia nominal disponible asumiendo generación constante de energía

$$E_{total} \text{ (kwh)} = 652 * 0,65 * 9,96 = 4.221.048$$

$$P_{nom} \text{ (kw)} = 4.221.048 / 24 = 175.877$$

Potencia eléctrica:

$$P_e \text{ (kw)} = P_{nom} * N_e$$

Donde:

P_e = potencia eléctrica

P_{nom} = potencia nominal disponible asumiendo generación constante de energía

N_e = eficiencia eléctrica (en %)

$$P_e \text{ (kw)} = 175,8 * 0,40 = 70,3$$

Potencia térmica:

$$P_t(\text{kw}) = P_{\text{nom}} \times N_t$$

Donde:

P_t = potencia termica

P_{nom} = potencia nominal disponible asumiendo generacion constante de energia

N_t = eficiencia eléctrica (en %)

$$P_t(\text{kw}) = 175,8 \times 0,40 = 70,3$$

Energía eléctrica anual generada:

$$E_e(\text{kwh}) = P_e * 0,9 * 8.760$$

Donde:

E_e = Energía eléctrica anual generada

$$E_e(\text{kwh}) = 70 * 0,9 * 8.760 = 551.880$$

Según Tabla N°1 se tiene:

Producción de Biogás **promedio** de **652m3 / día**

Producción **promedio** de Kwh (24 hrs) de **54,4 kwh**

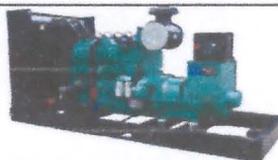
Considerando rendimiento de 2kwh por m3 de Biogas según Ficha Técnica proveedor AQUA Limpia.

Se elige grupo capaz de entregar 50kwh.

Grupoelectrogeno elegido 50kwh MODELO AQL60. Empresa proveedora Aqua Limpia, grupo cumple normas vigentes Union Europea.

Según catálogo del proveedor del grupo, por cada m3 de Biogás se producen 2kwh, con lo que tenemos una menor energía eléctrica generada en comparación a las formulas obtenidas de la Guia de Planificación de Proyectos de Biogas del Ministerio de Energía de Chile, por lo que consideraremos el valor obtenido por eficiencia del equipo, 48 kwh. Ver Catalogo adjunto a continuación.

Ficha Técnica Grupo Electrogeos



			AquaLimpia Engineering e.K. Configuración estándar y precios de generadores a biogás marca AQLgen Potencia: Primaria (PRP) / Continua (COP) Motores: Cummins Alternadores: Leroy Somer (50 Hz, 400 V, trifásico)				
			Modelo	AQL20	AQL30	AQL36	AQL40
Especificaciones	Serie	-	BP5C	BP5C	BP5C	BP5C	BP5C
	Potencia primaria	kW	20	30	36	40	60
	Potencia continua	kW	16	25	30	35	50
	Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50
	Tensión nominal	V	400	400	400	400	400
	Corriente nominal	A	36	55	65	72	108
	Factor de potencia	cosφ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Motor	Marca	-	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins
	Modelo	-	4B	6B	4BTAA	6C	6BTAA
	Tipo	-	aspirado	aspirado	turbo	aspirado	turbo
	Cilindros	-	4 en línea	6 en línea	4 en línea	6 en línea	6 en línea
	Cilindrada	L	3,9	5,9	3,9	6,3	5,9
	Velocidad de giro	rpm	1500	1500	1500	1500	1500
	Relación de compresión	-	12:1	12:1	10,5:1	10:1	10:1
	Diámetro * carrera	mm	102*120	102*120	102*120	114*135	102*120
	Arranque	-	eléctrico	eléctrico	eléctrico	eléctrico	eléctrico
	Refrigeración	-	por agua	por agua	por agua	por agua	por agua
	Capacidad de aceite	L	10	14	10	19	14
	Refrigerador de aceite	-	sí	sí	sí	sí	sí
	Mezclador	-	Venturi	Venturi	Venturi	Venturi	Venturi
	Sistema de encendido	-	AFS	AFS	AFS	AFS	AFS
Regulador de velocidad	-	Woodward	Woodward	Woodward	Woodward	Woodward	
Revisión completa estimada	horas	24000	24000	20000	24000	20000	
Rampa de gas	Filtro de gas	-	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder
	Válvula solenoide	-	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder
	Regulador de presión	-	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder	Kromschroder
Alternador	Marca	-	Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer
	Modelo	-	LSA 42.3 VS1	LSA 42.3 S5	LSA 42.3 M7	LSA 42.3 M8	LSA 43.2 L8
	Fases	-	3 fases, 4 hilos	3 fases, 4 hilos	3 fases, 4 hilos	3 fases, 4 hilos	3 fases, 4 hilos
	Formato de conexión	-	estándar SAE	estándar SAE	estándar SAE	estándar SAE	estándar SAE
	Método de excitación	-	sin escobillas autoexcitado	sin escobillas autoexcitado	sin escobillas autoexcitado	sin escobillas autoexcitado	sin escobillas autoexcitado
	Clase de aislamiento	-	H	H	H	H	H

Alternador	Marca	-	Leroy Somer				
	Modelo	-	LSA 42.3 VS1	LSA 42.3 S5	LSA 42.3 M7	LSA 42.3 M8	LSA 43.2 L8
	Fases	-	3 fases, 4 hilos				
	Formato de conexión	-	estándar SAE				
	Método de excitación	-	sin escobillas autoexcitado				
	Clase de aislamiento	-	H	H	H	H	H
Generador	Módulo de control	-	DeepSea DSE7320				
	Pantalla	-	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD
	Combustible	-	biogás	biogás	biogás	biogás	biogás
	Presión de entrada del gas	kPa	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10
	Dimensiones (sin gabinete)	mm	2200*1000*1300	2250*1050*1560	2200*1000*1300	2400*1500*1400	2250*1050*1560
	Peso (sin gabinete)	kg	800	1000	900	1600	1200
	Nivel de protección	-	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23
	Periodo de garantía	horas	2000	2000	2000	2000	2000
	Consumo de biogás	m ³ /kWh	0,538	0,527	0,498	0,521	0,482

Características Técnicas y metodología de la Instalación

La planta consta de las siguientes partes:

1.- Decantador; El decantador está construido de hormigón armado con un volumen útil de 60m³, con una entrada para tractor con el fin de poder retirar arena y piedras que decantan en el fondo, evitando que ingresen al Estanque de Recepción y al Biodigestor.

2.- Estanque de recepción; El estanque de Recepción está construido de hormigón armado y tiene un volumen útil de 300m³ cumpliendo la función de almacenar el purín iniciándose las primeras etapas de descomposición donde pueden suceder la Hidrólisis y la Acetogénesis, evitando que se realicen en el Biodigestor lo que obliga a aumentar el volumen del reactor. También cumple función de permitir el ingreso de otros sustratos los que pueden ser llevados en camiones o estanques que permitan vaciar el sustrato (líquido o sólido) en el Estanque de Recepción. El Estanque de Recepción cuenta con un agitador externo, para mantener homogénea la mezcla.

3.- Biodigestor; Esta construido de forma enterrada impermeabilizado con Geomembrana, se integra un sistema de techo para sostener la Geomembrana superior, cuenta con dos agitadores de paletas que giran permanentemente de 20 a 25rpm, la planta está diseñada para que el traspaso del digestado sea por gravedad.

4.- Agitadores; La planta consta de dos agitadores de paletas para 25rpm en el Biodigestor y un Agitador de hélice para 500rpm en Estanque de Recepción.

5.- Sala de Máquinas; Esta construida íntegramente en estructura metálica y radier de hormigón, con sus respectivas ventilaciones superior e inferior y separación para la zona de tableros eléctricos de la zona de motor a biogás. Las medidas son 7,5 x 5m. En la Sala de

Máquinas se encuentra el Grupo Electrógeno a Biogás, motor marca Cummins modelo 6BTAA, Alternador marca Leroy Somer para 50kw continuos, Rampa de gas marca Kromschröder, Modulo de control marca Deep Sea modelo DSE7320.

6.- Cableado y sistema de entrega de electricidad; se compone de un tendido eléctrico debidamente sobredimensionado con factor de seguridad 40% y un sincronizador que permite la entrega de electricidad simultáneamente a la RED interna para su autoconsumo. El sistema eléctrico se inscribirá en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC.

7.- La ampliación del proyecto por petición del cliente consiste en un sistema de separación de solidos post Biodigestor para obtener agua verde para lavar los patios (evitando uso de agua dulce cerca de 20mil litros/día). También está considerado un segundo estanque de 2000m³ para acopiar el digestado y realizar el retiro con carro purinero para aplicar a pradera por riego.

Elección de Tubería para la RED de Biogás.

Según catálogo del grupo electrógeno requiere un flujo de 0,48 m³/kwh de Biogas.

Por lo tanto para 50kwh: **24m³/hora**

Litros por minuto: **400 litros/minuto**

Presión mínima requerida para la inyección de Biogás, según ficha técnica: 2 kPa.

2kPa = 20 Milibares = 20 cm columna de agua = 0,02 Kgf/cm²

Generalmente utilizamos PVC 63mm C10, pintada exteriormente con Pintura provista de Filtro UV. Para comprobar que la tubería PVC C10 de 63mm de diámetro cumple con los requisitos sometemos a pruebas en taller simulando situación de trabajo.

Pruebas de flujo

Probamos la tubería con un soplador de aire con capacidad para elevar la presión a 25 milibares e instalamos un contador volumétrico para contabilizar los litros por minuto. (Ver fotografías siguientes).



En la fotografía se observa a la izquierda el Soplador, al centro el Contador volumétrico, a la derecha el manómetro de columna de agua.



En la fotografía se observa el sistema de pruebas con Tubería de 63mm de diámetro instalada posterior al contador volumétrico.

En los ensayos realizados en taller de Biotecsur se comprobó que la tubería PVC 63mm presenta un diámetro tal que es capaz de entregar un flujo de aire (ó Biogás) superior a 500 litros.

Verificación de resistencia de presiones.

Normas por las que se rigen las tuberías Vinilit

ESPECIFICACIÓN	NORMAS	
	CHILENAS (NCh)	ASTM
• Requisitos tubos de PVC para fluidos a presión.	399	D-2241
• Tubos termoplásticos para la conducción de fluidos, diámetros exteriores y presión nominales.	397	D-2122
• Compuesto de PVC rígido. Requisitos.		D-1784
• Tubos de PVC. Métodos de ensayo.		D-2152
Calidad de extrusión,	815	D-2412
aplastamiento, impacto.		D-2444
• Resistencia al reventamiento por presión hidráulica interna a largo plazo.		D-1598
• Tubos de material plástico. Resistencia a la presión hidrostática interior.	814	D-1599
• Combustibilidad.		D-635
• Extracción de sustancias contenidas en tubos de PVC por contacto con agua potable.	399	DGN-28
• Resistencia química.	1825	D-543
• Contracción longitudinal.	1649	
• Absorción de agua.	769	
• Requisitos, uniones y accesorios para tubos de PVC para fluidos a presión.	1721	

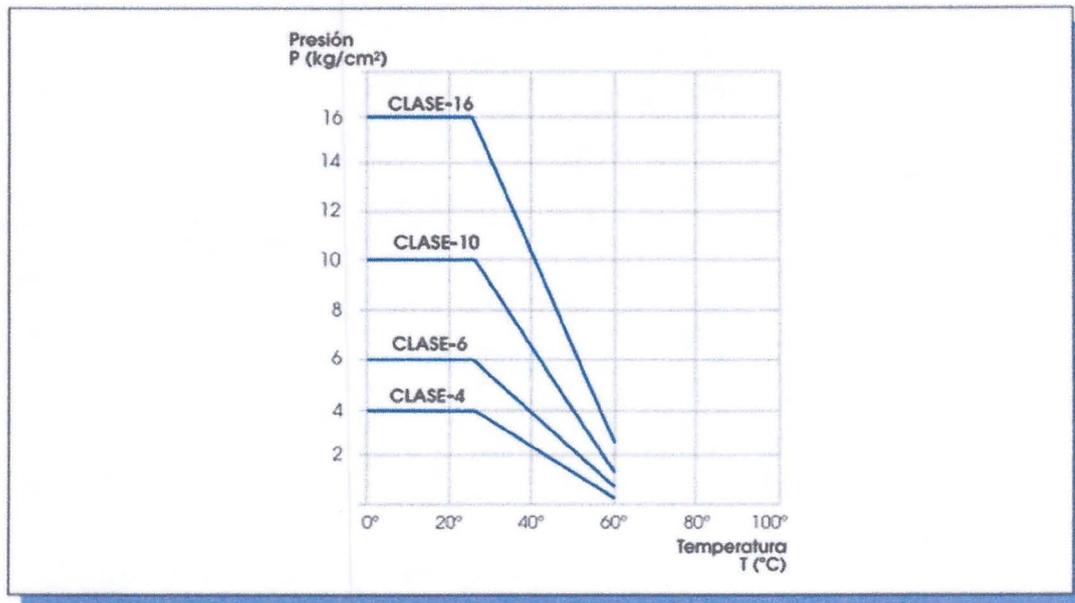
De acuerdo a lo especificado en las normas NCh 397 y 399, las tuberías Vinilit presión se han diseñado para las siguientes presiones de trabajo:

Clase	Presión nominal de trabajo a 20° C		
	kg/cm ²	lb/pulg ² (aprox.)	m.c.a.*
4	4	60	40
6	6	90	60
10	10	150	100
16	16	240	160

* m.c.a. = metros columna de agua

Cuadro de presiones para tuberías de PVC.

Gráfico 2.1 Temperatura - Presión interna



Nota: Es importante señalar que frente a temperaturas del medio ambiente bajo los 0° C, la tubería de PVC disminuye su resistencia a los impactos. Por lo tanto, es conveniente aislar y proteger aquellas zonas en que la red queda más expuesta al frío. Además, la manipulación de los tubos y fittings a bajas temperaturas (menos de 0°C) debe ser mucho más cuidadosa para evitar roturas durante las descargas de tubos de los camiones y durante su instalación.

Según cuadro de presiones nominal de trabajo, la tubería PVC Clase 10 resiste una presión de trabajo de 10 kg/cm² (9806 milibares), Por lo tanto PVC 63mm C10 resiste con creces las exigencias de **presión** del Biogás en este proyecto.

Nota: La instalación de la Red Biogás se realizará cumpliendo los protocolos recomendados por el fabricante en este caso Vinilit.

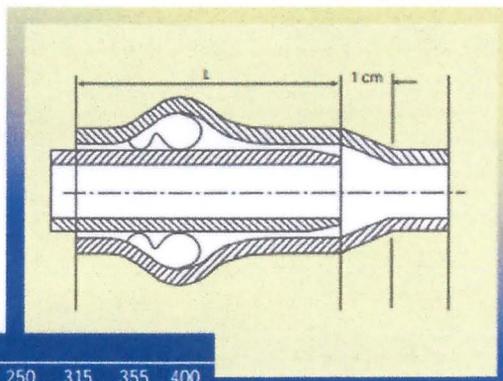
La tubería RED Biogás dentro de la Sala de Máquinas será en Fierro Galvanizado 2,5" de diámetro, para evitar riesgos por temperatura.

Montaje de la tubería RED Biogás.

PVC 63mm de diámetro C10.

- **Montaje del tubo**

Antes de acoplar el tubo, debe limpiarse el interior del enchufe y el exterior del tubo o espiga a insertar. En seguida se procede a lubricar el chaflán y parte de la espiga. A continuación una persona ajusta el tubo cuidando que el chaflán quede insertado en la goma, mientras otra persona procede a empujar el tubo hasta el fondo, retirándolo luego un centímetro (1 cm) hacia atrás. Si la profundidad de inserción se ha marcado previamente, el tubo se introduce hasta la marca.



Largos mínimos del chaflán

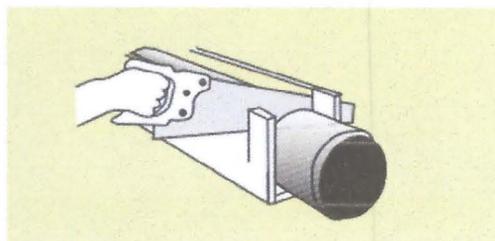
Diám. mm	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315	355	400
L mm	94	98	107	114	125	126	139	150	174	183	215	235

Rendimiento del lubricante

Diámetro (mm)	Uniones por envase 500 cc
63	40
75	35
90	30
110	25
125	24
140	23
160	20
200	18
250	10
315	6
355	4
400	3

A continuación se muestra la secuencia de operaciones para ejecutar una unión en forma correcta.

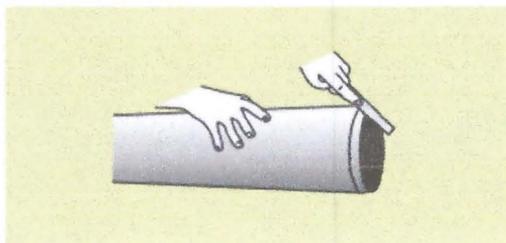
1. Cortar a escuadra



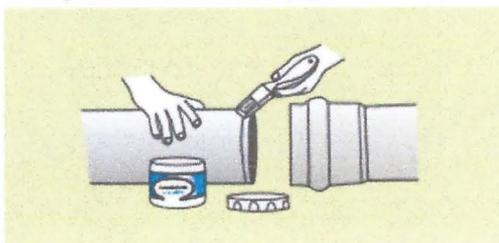
2. Biselar a 15° y eliminar rebabas



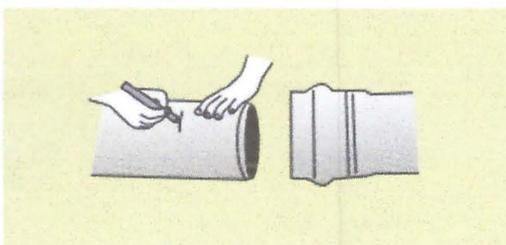
3. Pulir el bisel.



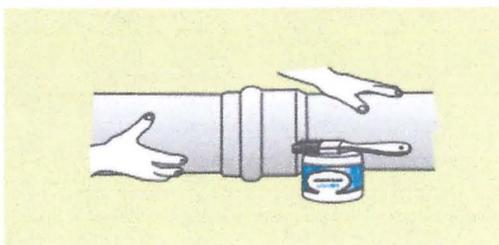
7. Aplicar lubricante a espiga del tubo



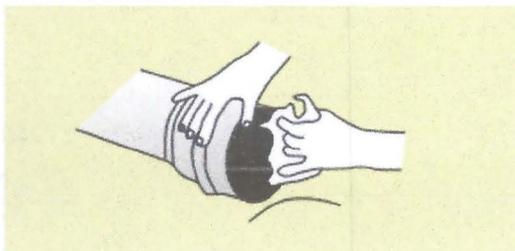
4. Marcar longitud de inserción "L"



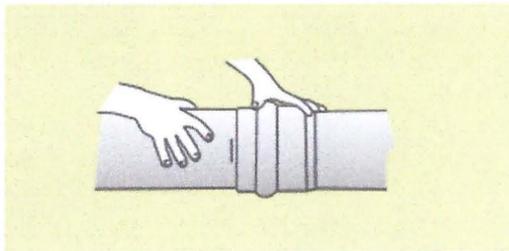
8. Introducir el tubo dentro de la unión



5. Limpiar anillo y cavidad



9. Retroceder hasta marca "L" de la longitud de inserción



6. Introducir anillo



Existen 2 tipos de unión: **unión cementar** que se utiliza para diámetros entre 20 y 50 mm, y **unión con anillo de goma o unión Anger** para diámetros entre 63 y 400 mm.

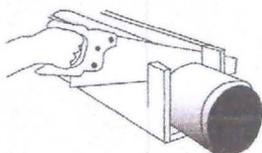
5.1 UNIÓN CEMENTAR

Este sistema consiste en unir dos tubos mediante el adhesivo **Vinilit** que plastifica lentamente las paredes de las superficies por unir, produciendo una soldadura en frío una vez que se evaporan los solventes del adhesivo.

Esta unión es muy segura, pero requiere de mano de obra que sepa efectuar el pegado, y de ciertas condiciones especiales de trabajo, y es la razón por la que su uso está restringido a los diámetros menores, entre 20 y 50 mm.

Para obtener una unión correcta, se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

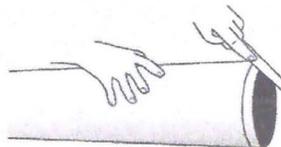
- 1° Cortar los tubos con sierra o serrucho de dientes finos. Asegúrese de efectuar el corte a escuadra (90°) usando una guía.



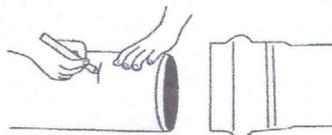
- 2° Eliminar con una escofina las rebabas que deja el corte en el extremo del tubo y efectuar un chaflán que facilite la inserción.



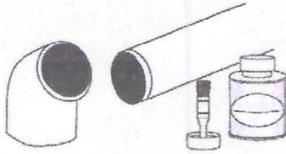
- 3° Lijar suavemente (lija al agua) el extremo del tubo y campana del accesorio para facilitar la acción del adhesivo **Vinilit** (no se debe rebajar la pared del tubo).



- 4° Limpiar el extremo del tubo y la campana de la unión o accesorio con bencina blanca o diluyente duco, a fin de eliminar todo rastro de grasa o cualquier otra impureza. De esta operación va a depender mucho la calidad de la unión.



- 5° Aplicar adhesivo **Vinilit** generosamente en el tubo y una capa delgada en la campana de los accesorios, utilizando una brocha. Esta debe estar siempre en buen estado, libre de residuos de adhesivo seco.



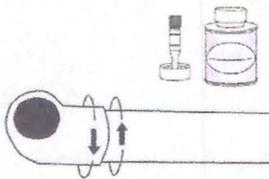
Se recomienda que dos o más personas apliquen el adhesivo **Vinilit** cuando se trate de tubos y accesorios de diámetros superiores a 75 mm.

Mientras no se use el adhesivo **Vinilit**, éste debe mantenerse cerrado para evitar la evaporación del solvente.

No se debe efectuar la unión de la tubería o el accesorio si están húmedos, a no ser que se use el adhesivo especial (**Vinilit** secado lento).

No trabajar bajo la lluvia o en lugares de mucha humedad.

- 6° Introducir el tubo en la conexión con un movimiento firme y parejo. El tubo debe introducirse a lo menos 3/4 de la longitud de la campana girándose media vuelta y luego volver a la posición original para asegurar una unión óptima.



- 7° Una unión correctamente realizada mostrará un cordón de adhesivo alrededor del perímetro del borde de la unión, el que debe limpiarse de inmediato, al igual como cualquier mancha de adhesivo que quede sobre o dentro del tubo o conexión.

La falta de este cuidado causa comúnmente problemas en las uniones cementadas.

- 8° Toda operación, desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión, no debe demorar más de 1 minuto, ya que el **adhesivo Vinilit es muy rápido**.

Se recomienda no mover las piezas cementadas durante los tiempos indicados, en relación con la temperatura ambiente:

De 15° a 40°C: 30 minutos sin mover

De 5° a 15°C: 1 hora sin mover

De 0° a 5°C: 2 horas sin mover

- 9° Las pruebas hidráulicas de redes con uniones cementadas deben efectuarse al menos después de 24 horas de haberse realizado éstas, de manera de garantizar que los puntos de unión estén totalmente cementados. Cualquier fuga en la unión, implica cortar la tubería y rehacer la unión, con los costos y retrasos que ello implica.

Rendimiento aproximado adhesivos **Vinilit**

Diámetro nominal	Número de uniones			
	Pote 500 cc	Tarro 250 cc	Pomo 80 cc	Pomo 25 cc
20	160	80	20	8
25	149	70	16	7
32	120	60	14	6
40	100	45	12	5
50	90	35	10	4

Precauciones en la Instalación (sobre suelo y bajo suelo).

La RED de Biogás en este proyecto presenta tramos enterrados y tramos sobre suelo.

- 1.- Los tramos enterrados se montan con cama de arena y sobre la tubería a 10cm del suelo se deja una cinta plástica que indica Peligro, para evitar que a futuro alguien pueda romper la tubería al realizar alguna excavación o reparación.
- 2.- Los tramos que van sobre nivel de suelo son íntegramente protegidos con Pintura de color amarillo y filtro UV.
- 3.- La planta presenta cerco perimetral para evitar el ingreso a personal No Autorizado.
- 4.- La RED de Biogás está debidamente señalizada con letreros Autoadhesivos indicando que la tubería Transporta BIOGAS.
- 5.- La Red de Biogás se instala con soportes metálicos separados por un máximo de 2m para evitar pandeos o movimiento indeseado de la tubería.



En la fotografía se aprecia señal en tubería de entrada Biogás a grupo Electrónico y en exterior tubería protegida con pintura amarilla y filtro UV, es importante destacar que se instala con soportes resistentes y abrazaderas metálicas para evitar movimiento de la misma.

Catalogos de la Geomembrana como Anexos

Planos de Diseño

Los Planos se adjuntan como anexos.

Catalogos del Grupo Electrónico

Los Catalogos se adjuntan como anexos.

8.0 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El presente manual es desarrollado de acuerdo a la experiencia recopilada por el proveedor, los materiales que se utilizaran, así como los manuales que vienen con los equipos importados.

Manual de Operación y Mantenimiento de la planta

Contenido:

Descripción del Funcionamiento

Puesta en marcha, secuencia operativa

Precauciones para el uso del Biogás

Mantenimiento de la planta y seguridad

Medidas de Seguridad

8.1 Descripción del funcionamiento

La Planta de Tratamiento de Purines con Biodigestor consiste en:

- Un Decantador de hormigón de 60 m³, para la separación de sólidos y líquidos, el vaciado de este Decantador se realiza con la Bomba integrada.
- Adaptación del actual Estanque Purinero en Estanque de Recepción de 300m³.
- Un Biodigestor de 1.400 m³, para la producción de Biogás.
- Una Sala de Máquinas con que alberga un Grupo Electrónico de 50kw y Tableros Eléctricos para el funcionamiento de la planta.
- Un sistema de desulfuración y soplado para mejorar la calidad del Biogás y la presión de entrada al Grupo Electrónico.

- Una Antorcha para quemar el exceso de Biogás.
- Un Estanque de Acopio de 2200m³ para almacenar el digestado o efluente del Biodigestor.
- Un Estanque de acumulación aguas verdes ó de fase líquida de 60m³ para limpieza de patios.

Secuencia de funcionamiento:

a) Los RILES (purines, fibras, más agua de lavado y arena) que se generan en los galpones de alimentación, patios de espera y pasillos de tránsito de las vacas son vaciados a un Decantador de hormigón de 60 m³ de capacidad a través de canalizaciones de hormigón.

b) Una vez en el Decantador, la arena decanta, las fibras y los purines son enviados por rebalse a un Estanque de Recepción abierto de 300 m³ (útil), donde se mantienen en constante agitación para homogeneizar los líquidos y sólidos. El agitador debe actuar periódicamente, para esto se programa en el tablero correspondiente su función con "Timer" según la frecuencia de lavado de los patios.

c) Desde el Estanque de Recepción los purines pasan por rebalse a través de una zanja de hormigón al Biodigestor a un ambiente anaeróbico (cerrado, en ausencia de aire), y a una temperatura promedio de 32°C, calor que se obtiene por un sistema de calefacción, alimentado por el grupo electrógeno que utiliza el Biogás, producido por el Biodigestor.

d) Desde el Biodigestor los purines se evacúan por rebalse, a través de tubería de 250mm de diámetro hacia el Estanque de Acopio abierto, donde serán retirados posteriormente por un Pichón (Tractor con Estanque), en esta fase final los purines ya tratados se convierten en Digestado o Biofertilizante para su posterior aplicación a las praderas.

e) Entre el Biodigestor y el estanque de Acopio existe un separador de malla que permite el ingreso de fase líquida al Estanque de Acumulación de aguas verdes para lavado de Patios. En este estanque actúa una bomba de alta presión para realizar el trabajo de limpieza de patios.

8.2 Puesta en Marcha, secuencia operativa

Nota: El Proceso de puesta en Marcha es supervisado y apoyado constantemente por personal de Biotecsur hasta que la Planta pueda ser operada íntegramente por personal del cliente. Periodo que puede tardar de 3 a 6 meses, considerado periodo de seguimiento.

- Ingreso de sustrato a la planta. El primer paso es verificar que todos los equipos instalados de agitación y bombeo estén operando correctamente. Una vez chequeados todos estos equipos se procede a permitir el ingreso de sustrato a la planta.

- El llenado del estanque de recepción se realiza en 6 a 15 días tiempo necesario para que se realice la pre digestión. La agitación se inicia automáticamente al alcanzar los niveles dentro del estanque, así mismo el bombeo en el Biodigestor se realiza automáticamente.

Una vez alcanzado el nivel de salida ó llenado del biodigestor (rebalse por gravedad) se debe esperar 30 días (app) para el inicio de producción de Biogas a temperatura ambiente. Este Biogás se utilizará solo para calentar el Biodigestor iniciando el sistema de calefacción con el quemador de Biogás externo integrado en el intercambiador de calor.

- Una vez alcanzada la producción mínima de Biogás (300m³/día) para encender el Grupo durante al menos 8hrs/día y mantener encendida la calefacción las horas de no funcionamiento del grupo, se procede en la Sala de Maquina a verificar que los sistemas estén energizados (soplador, tableros, generador), verificar parámetros de funcionamiento en la pantalla digital del generador. Abrir llave de paso de Biogás ubicada en la parte inferior trasera del generador Genset DSE7310/20, encender el equipo Soplador de Biogás y el generador partirá en forma automática.

- El inicio comprende la apertura de las válvulas de salida de biogás, la verificación de los ductos de entrada y salida que estén despejados para recibir los purines o sustrato.

- Una vez iniciada la Puesta en Marcha, se debe verificar el correcto funcionamiento de los dos agitadores, comandados desde la Sala de Maquina. El funcionamiento es permanente, cada 15 minutos y en forma alternada cada uno de los agitadores en el Biodigestor.

- La salida de purines por gravedad a través de una tubería de PVC de 250 mm de diametro, desde el Biodigestor al Estanque de Acopio de Purines, será diaria hasta llenar el Estanque y una vez llenado se procederá al retiro con un Pichón y luego esparcido a las praderas.

8.3 Precauciones para el uso del Biogás

Una vez generado el Biogás con el porcentaje mínimo adecuado para generar electricidad y calor (sobre 60% metano) se debe verificar el caudal de Biogás generado por día, una vez sobre el mínimo de 300m³/día, se inicia generación eléctrica durante un mínimo de 8 hrs al día.

- Verificación diaria de estado de válvulas de sobrepresión, se debe verificar que estén con el nivel de agua adecuado, así como el estado de las trampas de agua en la red de Biogás.

- Verificar visualmente si la geomembrana exterior del Biodigestor está en buenas condiciones, esta tarea se debe realizar diariamente.

- Verificar que las válvulas del sistema de calefacción estén todas abiertas y que el sistema esté completamente lleno de agua.

- Una vez realizadas las tareas anteriores, se puede proceder a iniciar generación eléctrica encendiendo el grupo electrógeno.

- El proceso inicial de generación en la puesta en marcha debe ser acompañado por un profesional, ya sea el proveedor del Grupo Electrónico y de la empresa que construye e implementa la Planta de Biogás.

- Revisión de la RED eléctrica hacia Sala de Ordeña, verificar con instrumento presencia de CH₄ (metano) y cerrar válvula una vez detectado el metano.

NOTA: Este Manual se finalizará cuando la planta este montada, ya que se acompañará con fotografías de cada elemento indispensable para realizar el chequeo visual y su correcto funcionamiento. Muchos elementos aun no existen ya que serán fabricados en nuestros talleres y armados en terreno.

8.4 Mantenimiento de la planta y seguridad

Resumen de Mantenimiento

Un correcto mantenimiento es crucial para el adecuado funcionamiento del Biodigestor en el corto, mediano y largo plazo, por lo cual es importante conocer los planos de la planta (Decantador, Estanque de Recepción, Biodigestor, Red de Tuberías de Biogás, Tuberías de entrada y salida desde Biodigestor, Motoreductores y Agitadores)

Los planos quedarán a disposición en la Sala de máquinas para que se puedan revisar adecuadamente en Terreno, una vez entregada la Planta.

8.5 Actividades de mantenimiento sugeridas:

- Mantenimiento del Biodigestor
- Control de los RILES de entrada a Decantador
- Limpieza y mantenimiento de tuberías
- Mantenimiento Geomembrana
- Mantenimiento del grupo electrógeno
- Mantenimiento de Antorcha

8.5.1 Mantenimiento del Biodigestor

Se deberán realizar inspecciones periódicas en la cubierta para detectar fugas, rasgaduras o cualquier otro daño, se deberá eliminar el agua acumulada sobre la cubierta (después de lluvias inspeccionar siempre), se deben extraer los lodos acumulados en el interior del biodigestor, cada año, mantenimiento programado anual del grupo electrógeno y demás equipos de acuerdo a las recomendaciones de los proveedores, las tuberías, válvulas y equipos de medición deben ser inspeccionadas diariamente.

8.5.2 Limpieza del Decantador

Retiro de arena y limpieza del decantador, se debe realizar cada mes. Se acciona la Bomba integrada en la cámara de salida del decantador para bajar el nivel a 70cm del fondo, una vez realizada esta tarea se procede a retirar la arena con Tractor y pala, para su disposición en un terreno aledaño y su integración al suelo.

8.5.3 Limpieza y mantenimiento de tuberías

Se debe realizar anualmente por prevención la limpieza de tuberías que transportan RILES, ya que la grasa y la sedimentación se va pegando en las paredes internas de las tuberías y paredes de las válvulas. Por tanto para prevenir situaciones de colapso por obstrucción se recomienda realizar esta acción de limpieza ya sea con agua a presión aislando circuitos y recirculando esta agua.

También se puede utilizar el método de introducir guías plásticas que raspan internamente las paredes de la tubería soltando así las costras internas.

NOTA: Las tuberías para el Biogás deben mantenerse pintadas de color AMARILLO y con pintura resistente a rayos ultravioleta.

8.5.4 Mantenimiento de Geomembrana

Se debe revisar visualmente que no se produzca acumulación de hojas, ganchos o elementos que empujados por el viento llegan a depositarse sobre la geomembrana en las esquinas de los biodigestores, esto puede provocar roturas, por lo tanto se debe mantener limpia la zona perimetral superior de los Biodigestores y cualquier otra zona con posibilidad de acumulación de elementos externos punzantes.

Esta labor se debe realizar cada vez que hay precipitaciones intensas, ya que la acción del viento tiende a empujar la geomembrana superior y sumando la acción del agua puede provocar empozamiento o acumulación de aguas lluvias.



8.5.5 Mantenimiento del grupo electrógeno.

El proveedor del Grupo Electrógeno entregará la ficha técnica, manual instalación y de mantención del equipo, la calidad y tecnología integrada marca la diferencia entre mantenciones, por ejemplo hay grupos que vienen con un sistema de limpieza del aceite que permite mantener en funcionamiento continuo durante un año, para realizar una sola vez la detención del equipo; así como también un equipo más económico deberá detenerse para cambios de aceite y revisiones más continuas.

El filtrado del biogás (Filtro de H₂S Ácido Sulfhídrico) es fundamental para mantener las Bujías en buen estado, un filtro en malas condiciones puede provocar la detención mensual del grupo solo para limpieza de las mismas.

De acuerdo al proveedor.



El sistema de control del Grupo electrógeno esta detallado en el Manual del Módulo de Control DSE Genset adjunto como Anexo.

8.5.6 Mantenimiento de Antorcha

La mantención de la Antorcha Biogás se deberá realizar según indicaciones técnicas del manual de mantención del proveedor del equipo. En este caso Biotecsur suministrará la Antorcha junto con el respectivo manual de Mantenimiento.

Cuadro de mantenciones y actividades

ITEM	Actividad	Frecuencia
1	Inspección visual de Geomembranas	Diaria
2	Revisión de las Cámaras	Diaria
3	Limpieza decantador	Bi semanal
4	Revisión Temperatura motor	Diaria
5	Revisión Temperatura calefacción	Diaria
6	Chequeo Agitadores	Cada dos Días
7	Revisión Válvula de alivio	Diaria
8	Mantención Bomba Decantador	Anual
9	Mantención Agitadores	Anual
10	Mantención Grupo Electrónico	Anual
11	Mantención de Tableros	Semestral
12	Revisión de cámaras drenajes	Semanal
13	Registro de m ³ de Biogás	Diario
14	Registro de kwh producidos	Diario

9.0 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Se deberá instalar un cerco perimetral para evitar el acceso de personas o animales al Biodigestor y Sala de Maquina. Se deberá instalar y mantener en buen estado los sellos hidráulicos en las Tuberías de Biogás que eviten la fuga del gas del interior del biodigestor, así mismo, las tuberías para biogás deben identificarse con el color de seguridad correspondiente: Biogás-amarillo, Agua-Azul, Fuego-Rojo.

Se deben instalar válvulas de alivio que liberen automáticamente biogás a la atmósfera y mantengan la integridad del biodigestor. Se deberá contar con equipos de protección y seguridad personal para los que operen los sistemas y equipos.

La Sala de Maquina de la planta de generación de energía térmica y eléctrica debe ubicarse en una zona alejada y de acceso limitado.



- Equipo Personal de seguridad

Es Recomendable el uso de

- Ropa de Algodón
- Casco, Guantes, Lentes de protección
- Botas Industriales con suela de goma antideslizante
- Herramientas especiales que eviten producción de chispas



-Regular y mantener medición del Biogás

Mantener lectura de presión en línea de Biogás

Mantener lectura de producción y consumo de Biogás

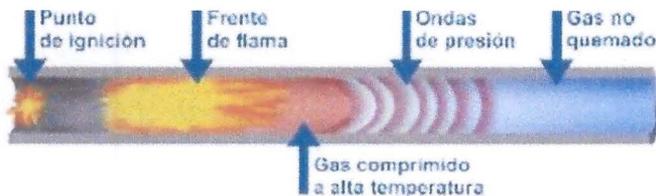


-Arrestador de llama o corta llama

Equipo que va en las líneas de Biogás, en las salidas de la línea de Biogás del Biodigestor, se debe tener informado al operador de la ubicación de estos elementos y al personal de mantención.

Su función es evitar que una chispa o siniestro exterior pase al interior de una línea o recipiente (biodigestor, filtros) y provoque un incendio.

Mantener planos de Piping a disposición antes de realizar cualquier mantención o intervención en las líneas de Biogás.



- Antorcha o quemador

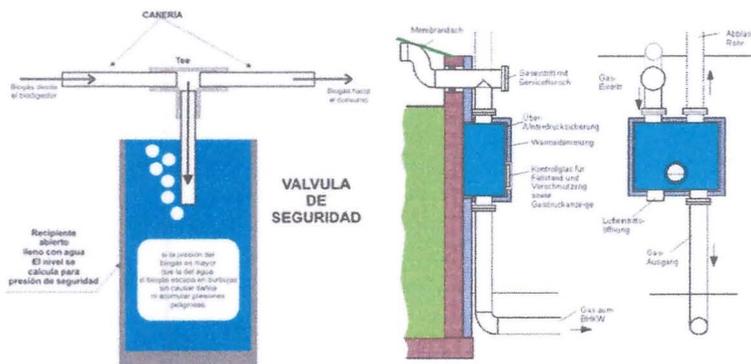
Su misión es quemar controladamente el exceso de Biogás producido en la planta (desfogues), evitando su acumulación descontrolada. Se le considera equipo de emergencia en contingencias.

El quemador debe estar instalado sobre una plataforma metálica o de concreto lo suficientemente alejada del biodigestor (a 8 metros de radio seguro), de cables y tuberías. Las señalizaciones deben ser anuncios visibles con las siguientes leyendas: PELIGRO: “GAS ALTAMENTE INFLAMABLE” y “SE PROHÍBE FUMAR”.



- Válvulas de seguridad o Sobrepresión.

Permiten liberar el exceso de presión en la línea de Biogás cuando se excede de los límites especificados, en este caso regidos por la geomembrana superior. Presiones recomendadas 2 a 5 milibares. En este proyecto la Válvula de sobrepresión se encuentra en la Línea hacia la Antorcha desde la etapa de desulfuración.



- Siniestros en Biodigestores

Problemas comunes en la operación de Biodigestores:

- Sobrealimentación de sustrato - no se conoce la cantidad de biomasa en la mezcla
- Inadecuada e incorrecta instalación de generadores
- Falta de control de fugas de biogás
- No hay medición de producción de biogás ni análisis de contaminantes.
- Falta de pararrayos
- No se instalan motores, y equipo eléctrico en general, a prueba de explosión, ni existe tierra física o eléctrica común
- No se instalan válvulas de control de presiones (vacío y sobrepresión) ni arrestaflamas
- No hay señalización
- No existe sistema de control

9.1 Cuadro de Acciones según posibles fallas.

Hemos desarrollado el siguiente cuadro analizando el historial de fallas o imprevistos que han ocurrido en plantas que están funcionando, según este historial hemos establecido las probabilidades de amenaza y los elementos que se pueden dañar, asignando valores de 1 a 4 ,siendo 4 el de mayor probabilidad de mayor intensidad del daño.

En la tabla se expresan combinaciones de probabilidades de cada caso.

Matriz de Amenaza		Probabilidad de Amenaza						
ELEMENTOS AMENAZADOS		ROBO O ACTO VANDALICO	ANIMALES VACAS, ROEDORES ETC.	ARBOLES O RAMAS	EXLPOSTON POR SOLDADURA O SIERRA ELECTRICA	INCENDIO POR FUMAR	OBSTRUCCION DE CAMARA DE RGISTRO O DECANTADORES	OBSTRUCCÓN EN BOMBA DE PURIN
		1	3	2	1	1	4	2
GEOMEMBRANA SUPERIOR	Magnitud del Daño	4	4	4	4	4	1	1
	VALOR	4	3	3	4	4	4	2
RED BIOGAS	Magnitud del Daño	1	3	2	4	3	1	1
	VALOR	1	3	4	4	3	4	2
SALA DE MAQUINAS	Magnitud del Daño	3	1	1	3	2	1	1
	VALOR	3	3	2	3	2	4	2
PASILLO O ENTORNO	Magnitud del Daño	1	2	1	1	1	3	3
	VALOR	1	3	2	1	1	3	4
OPERARIOS	Magnitud del Daño	2	1	1	4	4	1	1
	VALOR	2	3	2	4	4	4	2

MAGNITUD DEL DAÑO	AMENAZA	ELEMENTO AFECTADO	PREVENCION DEL RIESGO
12	ANIMALES VACAS , ROEDORES ETC.	GEOMEMBRANA SUPERIOR	HACER CERCO PERIMETRAL
12	OBSTRUCCION DE CAMARAS Y DECANTADORES	PASILLOS O ENTORNOS	HACER CORRECTA MANTENCION , CHEQUEO DIARIO E INSTALAR FICHA DE MANTENCION
9	ANIMALES VACAS , ROEDORES ETC.	RED BIOGAS	CERCO CON MALLA GALLINERA
8	ARBOLES O RAMAS	GEOMEMBRANA SUPERIOR	CORTANTO ARBOLES Y RAMAS A UN RADIO DE 15 METROS APROX.
4	OBSTRUCCION BOMBA PURIN	PASILLOS O ENTORNOS	HACER CORRECTA MANTENCION , CHEQUEO DIARIO E INSTALAR FICHA DE MANTENCION
4	ROBO O ACTO VANDALICO	GEOMEMBRANA SUPERIOR	HACER CERCO Y DEJAR PUERTAS CON LLAVE.
4	EXPLOSION POR SOLDADURA O SIERRA ELECTRICA	GEOMEMBRANA SUPERIOR, RED BIOGAS Y OPERARIOS	VACIAR EL GASOMETRO Y ESPERAR 30 MINUTOS PARA PODER REALIZAR CUALQUIER ACCION
4	INCENDIO POR FUMAR	GEOMEMBRANA SUPERIOR,RED BIOGAS Y OPERARIOS	INSTALAR LETREROS DE SEÑALETICA

En este Proyecto la zona de mayor acumulación de biogás es el biodigestor de 1400 m³ con el gasómetro integrado en la parte superior cubierto con Geomembrana EPDM de 1.14 mm de espesor. Por lo tanto corresponde a la zona de mayor riesgo por acumulación de Biogás.

A un costado del Biodigestor se ubican las salas de máquinas con el grupo electrógeno y el sistema de sulfuración y soplado de Biogás siendo esta la segunda zona de mayor riesgo por acumulación de Biogás.

Ambas zonas estarán protegidas por un cerco perimetral que evita el ingreso de animales y de personas no autorizadas, además la Red de Biogás integra :

- Un arresta llamas a la salida del biodigestor ,un arresta llamas antes del soplador ubicado en la zona de sulfuración y un arresta llamas antes de la antorcha.
- Una Válvula de sobrepresión con apertura de 5 milibares y capaz de liberar un caudal de 30 m³ por hora.
- El gas liberado por la válvula de sobrepresión es conducido hacia una antorcha ubicada fuera del sector de la planta y aislada con un cerco perimetral manteniendo un radio de 8 mts. como zona libre.
- Como medida de seguridad la sala de máquinas además de estar fabricada o construida con materiales incandescentes integra ventilación inferior y superior en todo el perímetro.

Acciones preventivas adicionales:

- **DETECCIÓN** – poner de manifiesto mediante aparatos o medios físicos o químicos lo que no puede ser observado directamente (Ejemplo detección de una fuga de Biogás con detector de CH₄ y determinar caudal de fuga).



- **ALERTA** – avisar de una condición de peligro o amenaza.
- **ALARMA** – señal que avisa de un peligro inmediato.
- **ACCIONAR** - poner en funcionamiento un mecanismo, en este caso, de seguridad.

Toda planta de Biogás depende de una mantención diaria, revisión de los equipos, tuberías y geomembranas, asegurando su buen funcionamiento en el tiempo.

9.2 Ficha visita Plantas Biogás



Formulario de visitas Plantas Biogás

Fecha de visita: DIA__ MES__ AÑO__

Hora de llegada: HORA__ MINUTO__

Planta Numero: 1__ 2__ (marcar con una X)

Firma y Nombre persona que lo recibe en el Predio (dueño, usuario):

1.- Registrar numeral Contador Volumétrico BIOGAS:

Numero: _____

2.- Registrar presión en el manómetro:

Numero: _____

3.- Registrar nivel del estanque de acopio, ver regla:

Numero: _____

4.- Revisar entradas y salidas del Biodigestor:

Presenta obstrucciones:___ NO presenta Obstrucciones: _____

5.- Revisar trampa de agua en línea BIOGAS:

Presenta nivel de agua lleno:___ NO presenta nivel de agua: _____

6.- Revisar geomembrana Superior:

Presenta imperfecciones y donde, detallar: _____

Realizó reparación , detallar: _____

7.- Revisar Control Grupo a Biogás:

Temperatura: _____ RPM: _____ Presión de Aceite: _____

Realizó Limpieza, detallar: _____

8.- Revisar Línea Biogás: Estado OK__ Presenta falla: _____

9.- Revisar Caldera: Estado OK__ Presenta falla hollín _____

10.- Relizó limpieza de Caldera: _____

9.- Tomar fotografía de cada PUNTO:

Tomó fotografía: SI__ NO__ (Porque: _____)

10.- Hora de salida del Predio: Hora: _____ Minuto: _____

Cel. 62 891 301

Email: avilagothuisen@gmail.com

Junta Gesora N°732 - Xª Región de los Lagos - Osorno Chile

10. LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

Excavaciones	1244 m3 + traslado \$200mil excavadora L200 o L300
Geomembrana FIRESTONE, EPDM 1,14mm, 400% elongación (2673m2)	
Base de Hormigon	17cm e x 22m diametro, (60m3 a \$90.000/m3) hormigon armado (malla ACMA)
Murete hormigon y Sistema de Anclajes Angulo BIOTECUR para EPDM superior (69m lineales)	
Decantador	40m3 volumen útil, construcción en hormigon armado
Protección Polietileno	geotextil 700gr/m2
Tuberias 200 a 315mm	
Camaras de registro	4 unidades
Bomba y Agitador	Bomba Limpieza E.R. (\$3.500.000.-)
Techo Bio 1	380 m2 (12.000 x m2) Pilares metalicos recubiertos con EPDM y techumbre de madera pino (vigas, costaneras y tablas para cielo).
Agitadores	Agitadores Paletas Biodigestor (\$4.130.000.-)
Filtro Biogás	Filtro H2S a base de viruta de Fe.
Calefaccion Biodigestor 1	Sistema serpentín con tubería PEX en loza radiante, Intercambiador de calor al tubo escape, control de bomba y temperatura en tablero de control eléctrico. En conjunto con Base Hormigon.
Caseta Motor	Sala de maquinas con Contenedor (recotización en Puerto Montt con Flete incluido)
Red Biogás y Bombeo	PVC C10 90mm, 63mm y 32mm
Motor Biogas	AQL60 Cummins 6BTAA
Sincronizador a RED	para 50kw proveedor Aleman AQL
Flete	
Equipos en la RED de Biogas: Filtro Biogas, Válvula de sobrepresion Biotecsur, Antorcha combustion exceso biogás (China o Biotecsur)	
Tendido electrico	Cableado, Tableros control para Calefacción, Agitador y Entrega a la RED
Asistencia tecnica	Instalador eléctrico (a trato)
Mano de Obra	4 Operarios (4 meses)
Ayudante	1 Operario (5 meses)
Supervisión, apoyo	1 Ingeniero (5 meses)
Administracion	1 Persona (Gastos, coordinación, orden gastos generales 5 meses)
Planimetria	1 Persona (1,5 meses)
Produccion, comida, aloj, combustible, fletes, pasajes, celular	
Cerco Perimetral	Cerco con malla y pilares de madera 80[m] lineales
Imprevistos	Preparacion terreno, Ripio, Compactación, 5%, arriendo maquinaria, clima
Mantenición 2 años	4 visitas anuales por dos años, cambio aceite motor.
Reingeniería de Proyecto, Diseño, cálculos, visitas terreno, revisiones a los planos.	

AGITADORES					
Item	Materiales	Largo por pieza (m)	Cantidad	Medidas	Tiras 6m o cantidad
	Partes Internas				
1	Tubos 7,75 mts	7.75	3 tiras	4"x5mm	18.0
2	Tubería PVC 7,0 mts	7	2	200 mm	2.3
3	Aspas 1,50 mts	1.5	4	80x80x4mm	1.0
4	Aspas 1,00 mts	1.4	4	80x80x4mm	0.9
5	Aspas 1,00 mts	1.3	4	80x80x4mm	0.9
6	Ejes de fierro	0.5	2	50cmX40m m/diam.	1.0
7	Bujes de bronce	0.1	2	100mmX90 mm/diam.	0,2m
8	Paletas de Aspas		8	250x200x5m m	0,4 m2
9	Paletas de Aspas		4	300x250x5m m	0,3m2
10	Planchas para sujetar agitador a pilar		4	250x200x10 mm	0.2m2
11	Pernos		8	1/2x6" largo	8.0
12	Electrodo		4 kg	7018	4

PILARES Y TECHUMBRE				
Item	Materiales	Tiras - Unidad- Mts	Medidas	Cantid ad
1	Perfil cuadrado	9	100X100X4mm	9
2	Perfil cuadrado	2	100X100X5mm	2
3	Planchas inferior	9 (3,24 m2)	600x600x10mm	3.24
4	Planchas superior	9 (2,25m2)	500x500x10mm	2.25
5	Perfil cuadrado	12	500x500x2mm	12
6	Platinas	36	100x100x4mm	1
7	Pernos galvanizado	72	1/2" ?	72
8	Electrodo	4 kg		4
9	Epdm para impermeabilizar			

MURO PERIMETRAL				
Items	Materiales	Unidad	Medidas	Cantidad
1	Poyos cemento	unidades	60x20cm	34
2	Solerillas	unidades	50x50cm	130
3	Angulos	tiras	65x65x3mm	12
4	Barra Plana	tiras	63x5mm	12
5	Pernos	unidades	5x30mm	524
6	Cemento	sacos	0	0
7	Ripio	m3	0	0
8	Perfil canal doblado		150x50x3mm	6

SALA DE MAQUINAS				
Items	Materiales	Unidad	Medidas	Tiras, Mets.
1	Perfil cuadrados	unidades	50x50x2mm	17
2	Perfil rectangular	unidades	20x30x2mm	12
3	Costaneras	unidades	80x40x150x2mm	9
4	9 FR 4 -Plancha zinc V amarillo	mt. lineal	230x100x0,5 mm	20.7
5	21 FR4 Plancha zinc V amarillo	mt. lineal	200x100x0,5mm	42
6	Plancha zinc techo	unidades	366x85	16
7	plancha traslucida	unidades	366x85x0,5mm	10
8	pomelos			10
9	pestillos			2
10	picaporte			2
11	electrodos	kgs	6011 (1/8)	5
12	boquillas hexagonales	unidad		4