



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Bioenergía
Campus de Soria**

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS
PARA EL AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA,
UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DEL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)**

AUTOR: Alberto Barrio Pérez

**DEPARTAMENTO: Ingeniería Química y
Tecnología del Medio Ambiente**

TUTOR: Ignacio de Godos Crespo

COTUTOR: José Ángel Miguel Romera

Soria, junio de 2019



***AUTORIZACIÓN del TUTOR
del TRABAJO FIN DE GRADO***

D. Ignacio de Godos Crespo profesor del departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente como Tutor del TFG titulado PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA) presentado por el alumno D. Alberto Barrio Pérez da el Vº.Bº y autoriza la presentación del mismo considerando que cumple sobradamente con los requisitos para ser presentado como Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Agraria y Energética de la Universidad de Valladolid.

Soria, de de

El Tutor del TFG,

Fdo.:

RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO: Proyecto de ejecución de planta de producción de biogás para autoabastecimiento energético de explotación porcina, ubicada en el término municipal de El Cubo de la Solana.

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente

TUTOR(ES): Ignacio de Godos Crespo.

COTUTOR: José Ángel Miguel Romera

AUTOR: Alberto Barrio Pérez.

RESUMEN:

El presente trabajo de fin de grado trata sobre el proyecto de ejecución de una planta de producción de biogás con el objetivo del autoabastecimiento energético de una explotación porcina de cría, ubicada en el término municipal de El Cubo de la Solana (Soria), siendo capaz de gestionar 30.000 m³ de purín al año.

La obtención de energía eléctrica se basa en la tecnología de cogeneración que quema el biogás producido en un proceso denominado digestión anaerobia. Este proceso consiste en someter al purín a unas determinadas condiciones, temperatura elevada y ausencia de oxígeno. Una vez sometido el purín a dichas condiciones se originan dos productos, el biogás mencionado con anterioridad y el digestato, el cual posee un mayor valor agronómico que el purín.

Dicha planta será capaz de autoabastecer eléctricamente de manera completa a la explotación desde el mes de octubre hasta el mes de mayo incluidos. En estos meses también verterá energía eléctrica a la red.

El digestor anaeróbico de esta planta producirá 57,32 m³/h de biogás, lo que se traduce en que tendrá una potencia eléctrica media de 141,5 kW. Se habla de potencia media ya que en función de la energía eléctrica demanda por la explotación, la energía térmica demandada por el digestor y el precio de la energía eléctrica, el consumo de biogás variará.

El modo de operación propuesto consiste en que la energía eléctrica generada por el motor-generador alimentado con el biogás aporta una fracción importante del consumo eléctrico de la planta de producción con la finalidad de dotarla de un grado de independencia energética.

Con el presente proyecto se consigue reducir la cantidad de emisiones de efecto invernadero, referentes a la gestión del purín de la explotación donde se ejecuta y la aplicación a campo del purín generado por los animales.

Para la realización de esta planta se propone la construcción de un digestor anaerobio de mezcla completa, un tanque de mezclado, para mezclar los diferentes sustratos a introducir, losas de cimentación, para la colocación de equipos auxiliares necesarios para llevar a cabo todo el proceso, y un muro divisorio, con el objetivo de dividir la balsa de purín actual en dos, depósito de purín y depósito de digestato.

INDICE GENERAL.

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS.

ANEJO I: FICHA URBANÍSTICA.

ANEJO II: CONDICIONANTES.

ANEJO III: ALTERNATIVAS PLANTEADAS.

ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL.

ANEJO V: ESTUDIO GEOTÉCNICO.

ANEJO VI INGENIERÍA DEL PROCESO.

ANEJO VII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS.

ANEJO VIII: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

ANEJO IX: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

ANEJO X: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO.

ANEJO XII: PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS.

ANEJO XIII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO XIV: BIBLIOGRAFÍA.

DOCUMENTO II: PLANOS.

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES.

DOCUMENTO IV : PRESUPUESTO.

DOCUMENTO I: MEMORIA

ÍNDICE DOCUMENTO I: MEMORIA

1. Objeto del proyecto.....	1
1.1. Naturaleza del proyecto.....	1
1.2. Promotor.	1
1.3. Técnico competente.	1
1.4. Emplazamiento.....	1
2. Alcance.....	2
3. Antecedentes.....	2
4. Bases del proyecto.	3
4.1. Condicionantes.....	3
4.1.1. Condicionantes del promotor.	3
4.1.2. Condicionantes legales.	4
4.1.3. Condicionantes físicos.	5
4.1.4. Otros condicionantes.	5
4.2. Situación actual.	6
4.2.1. Actividad de la explotación.....	6
4.2.2. Edificaciones que conforman la explotación.....	6
4.2.3. Consumo de energía eléctrica.	6
4.2.4. Consumo de energía térmica.	7
5. Estudio de alternativas y justificación de solución adoptada.	7
5.1. Alternativas planteadas.	7
5.2. Justificación del tipo de digestor a utilizar.	7
5.3. Justificación del plan productivo a realizar.....	8
5.4. Justificación de la tecnología de cogeneración a utilizar.....	8
6. Ingeniería del proceso.....	9
6.1. Descripción del proceso productivo.	9
6.1.1. Datos de partida.....	9
6.1.2. Proceso productivo del biogás.	11
6.1.3. Puesta en marcha de la planta de producción de biogás.	12
6.1.4. Actividades del proceso productivo.	12
6.1.5. Necesidades térmicas del digestor.....	14
6.1.6. Condiciones de operación.....	14
6.2. Ingeniería de las obras.	15
6.2.1. Cálculos constructivos y de diseño de los diferentes elementos.	15
6.2.2. Movimiento de tierras.....	15

6.2.3. Camino de acceso y superficie de ubicación del proyecto.....	16
6.2.4. Digestor anaerobio.....	16
6.2.5. Tanque de mezclado.....	17
6.2.6. Depósito de digestato y depósito de purín.	17
6.2.7. Losas de cimentación.	17
6.2.8. Cubierta flotante para depósito de purín.	18
6.3. Ingeniería de las instalaciones.....	18
6.3.1. Instalación de tuberías.	18
6.3.2. Instalación eléctrica.	20
6.3.3. Instalación de protección contra incendios.....	22
6.4. Equipamiento.	22
6.4.1. Instrumentación.	22
6.4.2. Valvulería.....	23
6.4.3. Módulo de cogeneración.....	24
6.4.4. Equipos de impulsión.....	25
6.4.5. Otros equipos.....	25
7. Estudio de impacto ambiental.	26
8. Estudio básico de seguridad y salud.....	26
9. Planificación de la obra.....	27
10. Estudio económico.....	29
11. Resumen del presupuesto.....	29

1. Objeto del proyecto.

1.1. Naturaleza del proyecto.

El presente documento se redacta con la finalidad de definir el proyecto de ejecución de una planta de producción de biogás para autoabastecimiento energético de una explotación porcina, ubicada en el término municipal de El Cubo de la Solana, y para la posterior realización de las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo su ejecución.

Se detallan las obras e instalaciones necesarias para la generación de biogás con aprovechamiento energético. Para la generación de biogás se instalarán: un digestor anaerobio, un tanque encargado de la mezcla y homogenización de los sustratos a emplear para llevar a cabo la digestión anaerobia y posterior generación de biogás, un muro divisorio encargado de la separación de la actual balsa de purín en dos depósitos, depósito de almacenaje de purín y depósito de almacenaje del digestato proveniente del digestor anaerobio, y numerosas losas de cimentación para el correcto posicionamiento de los equipos ubicados al aire libre.

Además de los elementos constructivos mencionados con anterioridad también se pretende realizar la instalación de todos los equipos necesarios para la generación de energía y gestión de biogás. De estos equipos, el equipamiento más importante será el módulo de cogeneración, que a su vez consta de:

- Grupo motor-generador alternativo de combustión interna (MACI) alimentado con biogás para la producción de biogás.
- Caldera recuperadora cuya misión será generar calor mediante los gases de escape emitidos por el motor-generador.
- Caldera de combustión cuya misión será producir energía térmica con el biogás.

1.2. Promotor.

El promotor del presente proyecto se trata de la sociedad cooperativa de COPISO.

La dirección de sus oficinas generales es Av. Valladolid, 105, 42005 Soria.

El número de CIF que le corresponde se trata de 0F42000844.

1.3. Técnico competente.

Los datos del técnico competente responsable de la realización del presente proyecto son los que aparecen a continuación:

- Ingeniero Técnico Agrícola: Alberto Barrio Pérez.
- CIF: 72896619-M.
- Localidad: 42300 El Burgo de Osma.

1.4. Emplazamiento.

La presente planta de producción de biogás estará ubicada en el sur de la parcela donde se encuentra ubicada la explotación porcina a la que tiene objeto abastecer energéticamente.

La explotación se encuentra ubicada en el término municipal El Cubo de la Solana (Soria), más concretamente en la parcela 20317 del polígono 13, en el paraje conocido como La Dehesilla, a la que se accede por un camino que intercepta la carretera SO-P-3001, que une el municipio de El Cubo de la Solana con el municipio de Almarail.

Tanto en el plano numero 1 como en el plano número 2 se muestra la ubicación geográfica exacta de la parcela objeto de este proyecto.

Datos de la parcela 20317 polígono 13:

- Latitud. 41° 35´ 23,91" N
- Longitud: 2° 24´ 6,55 W.
- Coordenadas UTM Huso 30 (ETRS89): 549856.73- 4604425.89.
- Altitud: 965 m.

La parcela se encuentra catalogada como suelo rústico.

2. Alcance.

El presente proyecto se presenta ante la Autoridad Competente, siendo el objeto de este verificar el cumplimiento de la normativa de aplicación, así como todas las autorizaciones administrativas y aprobaciones necesarias para realizar la actividad productiva de biogás, autoconsumo de la energía eléctrica producida y vertido a red de los excedentes de energía eléctrica generada.

3. Antecedentes.

La explotación porcina de El Cubo de la Solana posee como principal actividad la cría de lechones para una posterior venta de los mismos, siendo su destino o matadero o granjas de cebo donde se cebarán para un posterior sacrificio.

Anualmente se producen 30.000.000 litros de purín en la explotación siendo el uso que actualmente se le da a dicho purín el vertido a campos de cultivo, actividad que no reporta beneficios económicos directos al explotador de la granja.

Debido a lo anteriormente señalado y a que esta explotación posee un alto consumo energético, suponiendo uno de los costes operacionales más importantes se planteó la posibilidad de valorizar el residuo generado en la explotación, purín, mediante la digestión anaerobia. Los productos generados una vez realizada la digestión anaerobia son los siguientes:

- Biogás, el cual será utilizado para la posterior generación de energía, lo que implicaría un ahorro económico en la explotación.
- Digestato, liquido efluente del digestor. Este líquido posee un mayor valor agronómico que el purín, lo que supondrá un mayor añadido, al no tratarse de un residuo.

Por lo que la implantación de una planta de producción de biogás en la explotación supondría las siguientes ventajas:

- Generación de biogás el cual se valoriza energéticamente produciendo energía térmica y eléctrica que abastece a la propia planta de producción de biogás.
- Posibilidad de aprovechar la energía térmica y eléctrica en la explotación, e incluso vender los excedentes a red la energía eléctrica una vez que se hallan satisfecho las necesidades de la explotación.
- Reducción de los costes de operación de la explotación porcina.

- Reducción de la dependencia energética externa. El presente proyecto supone una menor cantidad de energía eléctrica consumida de la red eléctrica, creando un centro parcialmente descentralizado de los sistemas producción de energía.
- Reduce la dependencia que hay con el uso de combustibles fósiles, como el petróleo, el gas natural y el carbón. De modo que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Mejora la competitividad de la explotación frente a otras explotaciones debido a la reducción de los costes operacionales.
- El biogás generado se trata de un gas que pertenece al grupo de las energías limpias y renovables debido a que es mucho menos contaminante que los combustibles fósiles.
- Reducirá los riesgos de la explotación asociados a posibles subidas del precio de la electricidad.
- Reducirá los riesgos de la explotación asociados a posibles subidas del precio de la electricidad.
- Generación de digestato con elevadas cualidades fertilizantes.

4. Bases del proyecto.

4.1. Condicionantes.

Los condicionantes del presente proyecto son los siguientes.

4.1.1. Condicionantes del promotor.

Los condicionantes impuestos por el promotor para la realización del presente proyecto han sido los siguientes:

- La ubicación de la planta de producción de biogás deberá de estar ubicada en la parte sur de la explotación, más concretamente en la parte este de la actual balsa de purín.
- La balsa de purín existente en la explotación deberá de ser aprovechada tanto para el almacenamiento del purín proveniente de la explotación como para el almacenamiento del digestato proveniente del digestor anaerobio.
- Relegándonos al punto anterior, el promotor también nos indicó que en la parte norte deberá ubicarse el depósito de purín y en la parte sur el depósito de digestato.
- El vaciado del depósito de digestato deberá de ser de manera completa y en un intervalo de tiempo de 6 meses.

4.1.2. Condicionantes legales.

Para el diseño de la planta de producción de biogás se han tenido en cuenta la siguiente normativa, diferenciada en 8 categorías.

- Normativa de carácter urbanístico.
La normativa urbanística aplicable al presente proyecto se trata de la normativa municipal de El Cubo de la Solana aprobada el 2 de diciembre de 2004. La zona donde se ubica el proyecto se trata de un suelo rústico, es decir, se trata de un suelo no protegido y no urbanizable.
- Normativa sanitaria.
 - Real Decreto 1528/2012 por el que se establecen normas aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano.
- Normativa ambiental.
 - Ley 22/2011 de los suelos contaminados.
 - Ley 21/2013 de evaluación ambiental.
 - Decreto legislativo 1/2015, donde se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
 - Real Decreto 1/2016 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Normativa referente al uso de digestato.
 - Real Decreto 261/1996 sobre la protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
 - Real Decreto 324/2000 por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.
 - Real decreto 506/2013 sobre productos fertilizantes.
- Normativa referente a instalaciones de gas y equipos a presión.
 - Real Decreto 919/2006 por el que se aprueba el reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
 - Reglamentos 2016/426 del Parlamento y Consejo sobre el 9 de marzo de 2016 sobre los aparatos que queman combustibles gaseosos y por el que se deroga la directiva 2009/142/CE.
 - Real Decreto 2060/2008 por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Normativa referente a la generación de energía eléctrica.
 - Ley 6/2014 de Industria de Castilla y León.
 - Ley 21/1992 de Industria.
 - Real decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
 - Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
 - Real Decreto-Ley 15/2018 de medidas urgentes para la transición energética y protección de los consumidores.

- Normativa referente a instalaciones eléctricas.
 - Real Decreto 337/2014 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
 - Real Decreto 233/2008 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
 - Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Normativa referente a instalaciones de protección contra incendios.
 - Real Decreto 513/2017 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
 - Real Decreto 2267/2004 por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Toda la normativa se encuentra reflejada en el Anejo I “Ficha Urbanística” y el Anejo II “Condicionantes”

4.1.3. Condicionantes físicos.

Los condicionantes físicos que afectan al presente proyecto son los siguientes:

- Medio físico.

Todas las instalaciones y edificaciones previstas se realizarán en el interior de los límites de la parcela 20317 polígono 13, estando está totalmente vallada. El acceso hasta el lugar donde se sitúa la planta en el interior de la parcela se realizará mediante la creación de un camino de acceso que parte desde las inmediaciones de la balsa de purín, tal y como aparece en el plano de distribución en planta (Plano Nº 4).

- Clima.

La temperatura se trata un factor a considerar ya que en función de la temperatura ambiente habrá que aportar mayor o menor cantidad de energía térmica al digester anaerobio. Esto se debe a que, para una adecuada operación del proceso, el digester anaerobio se ha de encontrar siempre a una temperatura constante 35 °C. Como aparece en el Anejo II “Condicionantes”, existe una variación de temperatura a lo largo del año, clasificándose la zona donde se ubicará el proyecto como

4.1.4. Otros condicionantes.

- Infraestructuras.

La infraestructura de carreteras no presenta ninguna limitación a la hora de la ejecución del proyecto ni cuando la planta de producción de biogás se encuentre en funcionamiento debido a que las carreteras se encuentran en un estado óptimo.

Las infraestructuras eléctricas son adecuadas, de manera que no habrá ningún tipo de inconveniente en verter la energía excedentaria a la red.

- Mano de obra.
La mano de obra no será ningún tipo de problema ya que, para la realización de las obras hay núcleos de población con bastantes habitantes en la zona, y para la operación de la planta, el promotor usará un Ingeniero Técnico que tiene contratado y los propios trabajadores de la explotación. Para más información consultar Anejo II “Condicionantes”.
- Composición de materia seca de purín.
Conocer la materia seca que posee la explotación es algo primordial para la realización de diseño de la planta, así como para realizar el cálculo de la viabilidad del presente proyecto. Esto se debe a que la cantidad de materia orgánica está directamente relacionada con la cantidad de biogás que se generará. Es decir, a mayor cantidad de materia orgánica en el purín, mayor cantidad de biogás se producirá por metro cúbico. Si se desea ver la analítica realizada consultar el Anejo II “Condicionantes”.

4.2. Situación actual.

4.2.1. Actividad de la explotación.

La explotación a la que se pretende abastecer energéticamente se trata de una explotación porcina de 2685 cerdas reproductoras, 480 cerdas de reposición y 10.000 lechones. Su actividad consiste en la cría de lechones para una posterior venta de estos a granjas de cebo.

El funcionamiento de esta explotación se basa en una integración vertical, de modo que COPISO, el promotor del proyecto se trata de la empresa integradora, encargada de pagar todos los costes de operación. Por otra parte, el granjero, la empresa integrada, encargada de la mano de obra y cuidado de los cerdos.

4.2.2. Edificaciones que conforman la explotación.

Las edificaciones más importantes que posee la explotación son las siguientes.

- Nave de reposición (472,16 m²).
- Nave de gestación (3.161,45 m²).
- Nave de gestación confirmada (2.931,16 m²).
- Nave de partos (4.621,68 m²).
- Nave de transición (3.296,54 m²).
- Balsa de purín (Capacidad de 19.634,34 m²).
- Almacén (400 m²).
- Oficinas (209,76 m²).

4.2.3. Consumo de energía eléctrica.

Todas las edificaciones anteriormente nombradas poseen equipos que consumen energía eléctrica, a continuación, se muestra cuáles son los grupos de equipos eléctricos que se presentan en la explotación.

- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de alimentación.
- Sistemas de alumbrado.
- Bombas y motores.

Todos los equipos provistos en la explotación poseen una potencia total de 465,08 kW.

La energía eléctrica consumida por la explotación se consigue a través de la red eléctrica, poseyendo la explotación un grupo electrógeno entrado en funcionamiento cuando hay algún corte de suministro eléctrico.

Anualmente, la explotación consume 841376,37 kWh siendo el precio total a pagar por electricidad de 91.516,05 €.

El transformador encargado de transformar la energía eléctrica de media tensión a baja tensión posee una potencia de 250 kVA, la línea de media tensión subterránea y la línea de media tensión hasta que llega al cuadro general de baja tensión subterránea y desde allí hasta los subcuadros de la explotación aérea.

4.2.4. Consumo de energía térmica.

En las naves de partos, nave de transición y ducha de las cerdas, se consume energía térmica.

El principal equipo encargado de suministrar energía térmica a la explotación se trata de una caldera de biomasa que usa como combustible astilla. Además, la incineradora posee la capacidad de recuperar parte del calor contenido en su interior.

Anualmente, la explotación se gasta un total de 43.587,16 € en astilla para alimentar la caldera anteriormente citada.

Para más información acerca de la situación actual de la explotación consultar Anejo IV "Situación actual".

5. Estudio de alternativas y justificación de solución adoptada.

5.1. Alternativas planteadas.

A continuación, se expondrán las alternativas que se han estudiado a la hora de la elaboración del presente proyecto.

- Tipo de digestor a utilizar.
- Plan productivo.
- Tecnología de cogeneración a utilizar.

Para más información consultar Anejo III "Estudio de alternativas" donde irá información relativa a las alternativas a estudiar.

5.2. Justificación del tipo de digestor a utilizar.

Se ha a utilizar un digestor de mezcla completa por las razones que se plasman a continuación:

- Cuanta con un sistema de agitación evitando se esta manera la formación de costras superficiales y sedimentación en el interior del digestor. Además, gracias a la agitación se produce una homogenización y un elevado contacto entre los organismos que producen el biogás y el sustrato.
- El contenido de solidos totales de la mezcla a introducir en el digestor es de 4,21%. Este valor se encuentra entre el rango de operación de porcentaje de solidos con el que estos tipos de digestores pueden trabajar.

- El tiempo de resistencia hidráulico es el menor tiempo de retención de efluentes en el interior del digestor respecto a los digestores nombrados en el Anejo II “Estudio de alternativas”.
- Este tipo de digestores se pueden termostatar con facilidad, lo que implica un mayor control del proceso.

5.3. Justificación del plan productivo a realizar.

La solución adoptada se trata de la realización de co-digestión, tratamiento conjunto de dos o más residuos, debido a los motivos expuestos a continuación:

- La cantidad de biogás producido es mayor.
- En relación con el punto anterior, la cantidad de energía producida en el motor de cogeneración es mayor que si únicamente se utilizase el purín de la explotación, lo que se traduce en un mayor ahorro económico ya que reduce el uso de otras fuentes de energía.
- Se produce una mejora de la relación carbono/nitrógeno ya que el purín producido por los animales de la explotación posee una relación carbono/nitrógeno de 16, siendo la relación óptima para la producción de biogás entre 20/1 y 30/1. Unos valores menores a los óptimos provocan la inhibición de bacterias metanogénicas, lo que puede inhibir el proceso de producción de metano.
- Se produce un aumento de la cantidad de materia orgánica ya que, a una sustancia con un porcentaje de materia orgánica relativamente pequeño, purín, se le mezcla una sustancia con un elevado porcentaje de materia orgánica. Esto hace que la mezcla resultante tenga un mayor porcentaje de material orgánica mayor que el purín.

5.4. Justificación de la tecnología de cogeneración a utilizar.

De las tecnologías de cogeneración existentes, las más favorables para la producción de energía eléctrica son los motores alternativos de gas y las turbinas de gas.

Se ha seleccionado el motor alternativo de gas por las siguientes razones:

- Para mejorar el rendimiento económico de la explotación porcina, la mayor parte del biogás generado debe destinarse a la producción de energía eléctrica para abastecer eléctricamente a la explotación. En los momentos en los que la producción del motor alternativo exceda el consumo de la explotación se verterá a la red, resultado esta acción un beneficio económico.
- Aunque la tecnología de cogeneración con turbina de gas posee un mayor rendimiento térmico que la unidad de cogeneración, la operación combinada de un motor alternativo de gas y una caldera de combustión convencional resulta más conveniente por su flexibilidad en los suministros de calor y electricidad.
- Operar únicamente con turbina de gas, implica que siempre se tendrá que operar en función de que se cubran las necesidades térmicas del digestor. Esto puede provocar que durante las estaciones de invierno se tenga que quemar biogás únicamente para mantener el digestor en condiciones óptimas de temperatura.

Consecuentemente, los excedentes de energía eléctrica tendrán que venderse, lo que provoca que el beneficio disminuya ya que se imposibilita su consumo en la explotación.

- Si se realiza una operación combinada de motor alternativo de biogás y caldera convencional, el motor alternativo de biogás únicamente quema el biogás requerido para satisfacer la demanda eléctrica, pudiendo de esta forma acumular biogás para ocasiones en los que la demanda eléctrica sea mayor que el biogás generado. Esto es posible por el alto rendimiento térmico que poseen las calderas de combustión convencionales de gas, entorno al 85%, de manera que parte del biogás se deberá de destinar a dicho equipo cuando la energía térmica generada en el motor alternativo de biogás no sea suficiente para satisfacer las necesidades térmicas del digestor.
- Con esto se consigue que además de cubrir las necesidades térmicas del digestor y la potencia demandada por la explotación, se pueda destinar el biogás acumulado a la unidad de cogeneración cuando la potencia demandada por la explotación sea mayor que la potencia que puede generar el biogás.

6. Ingeniería del proceso.

6.1. Descripción del proceso productivo.

6.1.1. Datos de partida.

6.1.1.1 Sustratos disponibles.

El dimensionado de la planta de producción de biogás se realiza en base a la cantidad de purín que se va a encontrar en la explotación, condicionando de esta manera la cantidad de paja a introducir, para la que relación carbono/nitrógeno sea la óptima. En el Anejo VI "Ingeniería del proceso" se ha cuantificado la producción de biogás, en la siguiente tabla se recogen los valores obtenidos:

Tabla 1. Cuantificación de sustrato.

Fuente: Elaboración propia

Sustrato	Cantidad anual (m ³ /año)	Cantidad diaria (m ³ /día)
Purín	30.000,00	82,19
Paja	2.759,68	7,56
Total	32.759,68	89,75

6.1.1.2. Biogás disponible.

Teniendo en cuenta el volumen y tipo de subproductos a introducir en el digestor anualmente se estima la producción de biogás que se obtendría en el proceso de digestión anaerobia partir del rendimiento específico de biogás de cada sustrato, el cual está relacionado con la cantidad de sólidos volátiles que estos tienen. Así pues, la cantidad de biogás producida será la siguiente:

Tabla 2. Cuantificación de producción de biogás. Fuente: Elaboración propia

Sustrato	Año (m ³ /año)	Día (m ³ /día)	Hora (m ³ /hora)
Purín	387.461,25	1.061,54	44,23
Paja	114.631,68	314,06	13,09
Total	502.092,93	1.375,60	57,32

6.1.1.3. Producción de digestato.

La producción de digestato bruto, como consecuencia de la digestión anaerobia, es semejante al volumen de sustratos empleados, ya que se degradan sólidos totales por acción de los microorganismos, siendo el porcentaje de degradación en un tiempo de retención de 20 días de 76,5%, en la siguiente table se recoge la cantidad de digestato producida:

Tabla 3. Cuantificación de producción de digestato. Fuente: Elaboración propia

Digestato	Año (m ³ /año)	Día (m ³ /día)
Total	31.656,45	86,73

6.1.1.4. Generación termoeléctrica.

A partir del biogás generado y teniendo en cuenta su contenido en metano (65%), el poder calorífico inferior del mismo (6,5 kWh/m³) y el rendimiento del motor-generator (39,5 % a 100% de carga) de la unidad de cogeneración se ha estimado la cantidad de energía eléctrica que se puede generar anualmente en el presente proyecto.

También se ha realizado una estimación de la cantidad de energía térmica que puede generar el conjunto de los equipos encargados de la generación de la energía térmica, caldera de combustión (rendimiento de 84,8%) y caldera de recuperación (42,5% al 100% de carga).

A continuación, se señala la cantidad de energía eléctrica y térmica que es capaz de generar anualmente el presente proyecto con las condiciones de operación descritas en el Anejo VI "Ingeniería del proceso".

Tabla 4. Cuantificación de producción de biogás. Fuente: Elaboración propia

Energía eléctrica bruta generada (MWh/año)	Energía térmica bruta generada (MWh/año)
1.166,46	1.595,31

6.1.1.5. Reducción de gases de efecto invernadero.

Para la contabilización de los gases de efecto invernadero, cada gas posee una equivalencia a toneladas de CO₂, así pues, en el Anejo VI “Ingeniería del proceso” se han calculado el total de emisiones que se pueden reducir con el presente proyecto. A continuación, se muestra dicha cuantificación:

Tabla 5. Reducción de gases de efecto invernadero. Fuente: Elaboración propia

Fuente de reducción de GEI	Toneladas de CO ₂ /año
Gestión de purín	2157,73
Energía eléctrica	300,33
Total	2.458,06

6.1.2. Proceso productivo del biogás.

El biogás se trata del resultado de la digestión anaerobia, proceso biológico que se da en ausencia de oxígeno debido a la presencia de microorganismos presentes en el sustrato.

Este gas es una mezcla de varios gases en el componente principal se trata de metano, pero también existen más gases en menor proporción como dióxido de carbono o sulfuro de hidrógeno. Siendo la composición de este gas determinada principalmente por el sustrato a descomponer.

En la digestión anaerobia se puede dividir en 5 etapas consecutivas donde intervienen 5 grandes grupos de microorganismos, estas etapas son las siguientes:

- Hidrolisis.
Se trata de la primera etapa, consiste en la degradación de la materia orgánica en compuestos más elementales como son los ácidos grasos, azúcares y los aminoácidos. Se trata de una etapa limitante del proceso, si no se supera esta etapa no se puede realizar el proceso de digestión anaerobia y por lo tanto no se obtendrá biogás.
- Etapas fermentativa/acidogénesis.
En esta etapa los azúcares y aminoácidos se transforman en ácidos grasos volátiles de cadena corta debido a la acción de las bacterias formadoras de ácidos, para que de esta manera todos los elementos puedan ser utilizados para la obtención de biogás.
- Etapas acetogénica.
Se trata de la etapa intermedia entre la acidogénesis y la metanogénesis, su función es la de transformar aquellos productos que no puedan ser metabolizados directamente por las bacterias metanogénicas. Esta etapa transforma los ácidos grasos volátiles provenientes de la etapa anterior en acetato, hidrógeno y dióxido de carbono, los cuales son precursores del biogás.
- Etapas metanogénica.
Es la etapa final del proceso donde las bacterias metanogénicas transforman el ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono en metano y dióxido de carbono.

En esta etapa se diferencian dos tipos de bacterias, las bacterias hidrogenotróficas y las bacterias metanogénicas acetoclásicas.

6.1.3. Puesta en marcha de la planta de producción de biogás.

La producción de biogás en el digestor no va a empezar justo en el momento en el que se empieza a introducir el sustrato, para la realización de la puesta en marcha de la planta es necesario, como se refleja en el Anejo VI “Ingeniería del proceso”, la realización de las siguientes etapas.

1. Llenado de agua para la verificación de que el digestor está correctamente construido.
2. Retirada del agua a utilizar.
3. Preparación de carga inicial, esta carga es recomendable que tenga flora bacteriana encargada de la generación de biogás ya que sino el tiempo de aparición de las mismas y por lo tanto el tiempo que tarda en empezar a producir biogás es mayor.
4. Realización de operaciones posteriores a la introducción de carga inicial como la agitación, eliminación de oxígeno o variar la presión interna.
5. Prueba de inicio, se quema el biogás y la llamada deberá aparecer de color azul para dar uso normal al biogás.

6.1.4. Actividades del proceso productivo.

Como se señala en el Anejo VI “Ingeniería del proceso” el conjunto de actividades desarrolladas en la planta hasta la producción de energía se puede dividir en 5 áreas, a continuación, se señalarán y se realizará un resumen de las actividades llevadas a cabo en dichas áreas.

- Área de recepción y agitación de la mezcla.
Las actividades llevadas a cabo en esta área, como su propio nombre indica, se encargan de juntar los residuos/subproductos que van a constituir el sustrato final a introducir en el digestor. Así pues, las actividades a realizar en esta área son las siguientes:
 - Cuando la cosecha ha acabado, la paja se recolecta y se almacena en un solar próximo a la explotación hasta el momento de su uso.
 - En el propio solar donde se ubica la paja esta se tritura por medio de una trituradora conectada a la toma de tierra del tractor.
 - Con un remolque de tornillo sin fin hidráulico se llevará la paja triturada al dosificador ubicado al lado del tanque de mezclado.
 - El purín generado en la explotación se transporta desde el depósito de purín hasta el tanque de mezclado.
 - El dosificador será el encargado de regular la cantidad de paja que transporta el tornillo sin fin, elevador, al tanque de mezclado.
 - Cuando ambos sustratos se encuentran en el interior del tanque de mezclado se someten a una agitación para que haya una adecuada estabilidad en el proceso de digestión anaerobia.
- Área de digestión anaerobia.
En esta área es donde se ubica el digestor encargado de realizar la digestión anaerobia. Así pues, las actividades a realizar en esta área son las siguientes:
 - Una vez pasado el tiempo de retención hidráulico fijado en el tanque de mezclado, 1 día, el sustrato mezclado se impulsa hasta el digestor anaerobio, siendo el volumen a transportar constante a lo largo del año.

- Antes de que el sustrato sea introducido en el digestor, este se debe calentar hasta alcanzar una temperatura de 35 °C, temperatura óptima para rango mesófilo, siendo este calentamiento realizado gracias a un intercambiador de calor de placas.
 - En el interior del digestor el sustrato debe de encontrarse en todo momento adecuadamente mezclado y agitado para que las condiciones de producción de biogás sean óptimas.
 - El sustrato se encontrará en el interior del digestor 20 días, asegurándose de este modo se produce una adecuada producción de biogás en relación costo/beneficio.
 - Una vez transcurrido el proceso de digestión anaerobia, el biogás se eleva hacia la parte de la cubierta, la cual cumple de función de gasómetro. Un soplante de aire es el encargado de conservar la forma de la cubierta, así como de impulsar el biogás hasta los equipos de generación de energía.
- Área de purificación de biogás.

Antes de que el biogás entre en contacto con la caldera de combustión y con la unidad de cogeneración (motor alternativo de gas), debe de eliminarse tanto agua como ácido sulfhídrico (H₂S), por lo que el biogás debe de realizarse las siguientes operaciones.

 - Paso de columna de absorción de ácido sulfhídrico para eliminar el H₂S (desulfuración) que se encuentra en el biogás que posee tanto carácter tóxico como corrosivo.
 - Paso por un deshumidificador, deshidratación, ya que el biogás a la salida del digestor se encuentra saturado de agua, disminuyendo el poder calorífico del biogás si no se elimina el vapor de agua.
- Área de transformación de biogás.

Una vez que el biogás se ha acondicionado de manera adecuada, se destina a los equipos de generación de energía, produciendo energía térmica y energía eléctrica, los usos que se les dará a estas energías son los siguientes:

 - Energía térmica. El uso principal de la energía térmica es abastecer las necesidades de calor del digestor anaerobio (temperatura constante de 35 °C) y en caso de que dichas necesidades de encuentren satisfechas, dicha energía irá dirigida a la explotación. La caldera de combustión únicamente va su producción de energía a satisfacer las necesidades térmicas del digestor. Cuando la unidad de cogeneración pueda abastecer por si solo las necesidades térmicas del digestor, la caldera no se encontrará en funcionamiento.
 - Energía eléctrica. La finalidad de la energía eléctrica generada se tratará de satisfacer a la explotación y a los equipos de la propia planta. Cuando dicha energía sea mayor que la energía eléctrica demandada por la explotación y por los equipos de la planta, se verterá a red recibiendo una compensación de la compañía eléctrica.
- Área de recepción de digestato.

Por fuerza de la gravedad, el digestato procedente del digestor va hacia el depósito de digestato. En el interior del digestor, al producirse un proceso de digestión, las bacterias encargadas de este proceso consumirán una pequeña

parte de materia orgánica, por lo que el volumen de digestato que sale del digestor es ligeramente inferior al volumen de sustrato que entra.

En el anejo VI “Ingeniería del proceso” se encuentra todo lo relativo a las actividades que se llevan a cabo en la planta de producción de biogás.

6.1.5. Necesidades térmicas del digestor.

Las necesidades térmicas del digestor son necesarias para el calentamiento del sustrato hasta la temperatura optima del proceso y para suplir el calor emitido por el digestor hacia la atmosfera y el suelo.

Como aparece reflejado en el Anejo VI “Ingeniería del proceso” las necesidades térmicas no son iguales a lo largo de los meses debido a que varían en función de la temperatura ambiente. En los meses de invierno se necesita aportar una mayor cantidad de energía que en los meses de verano. Además, a lo largo de las horas del día, las necesidades térmicas variarán siendo mayores durante la noche que durante el día.

6.1.6. Condiciones de operación.

Las condiciones de operación del presente proyecto variarán en función de una determinada serie de condicionantes. Estos condicionantes son los siguientes:

- Energía térmica demandada por el digestor anaerobio.
Siempre se debe de aportar la energía térmica demandada por el digestor, ya que de ello depende la viabilidad técnica del proyecto.
- Energía eléctrica demandada por la explotación.
El biogás destinado a la unidad de cogeneración irá en función de la energía eléctrica demandada en la explotación y en los equipos de la propia planta, de modo que, en caso de sobrar biogás, este será acumulado en el gasómetro.
- Uso de biogás acumulado.
Una vez que los principales condicionantes de operación, satisfacer la energía térmica demandada por el digestor anaerobio y satisfacer la energía eléctrica demandada en la explotación, si hay biogás acumulado podrá destinarse a dos usos:
 - Destinar biogás a los periodos de tiempo donde la energía eléctrica demanda es mayor que la que puede generar la unidad de cogeneración con el caudal de biogás. El biogás se destinará al periodo de tiempo donde el precio de la energía eléctrica es más cara suponiendo de este modo un mayor ahorro económico.
 - Verter a la red eléctrica la energía eléctrica generada por el biogás acumulado. Esta opción solo se realizará cuando se hayan cubierto por completo toda la demanda de energía eléctrica. El momento de consumo del biogás será indiferente ya que la compensación recibida por la compañía eléctrica es siempre la misma, precio “pool”.

Los meses en los que se va a cubrir por completo la demanda energética de la explotación son los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, es decir, en los meses de otoño, invierno y primavera únicamente necesitando aporte energético de la red eléctrica los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Para conocer más detalladamente las condiciones de operación y la cuantificación de la energía producida consultar Anejo vi “Ingeniería del proceso”

6.2. Ingeniería de las obras.

6.2.1. Cálculos constructivos y de diseño de los diferentes elementos.

Todo el diseño de los diferentes elementos que conforman el presente proyecto, la cuantificación de los materiales necesarios a emplear en el presente proyecto y los cálculos constructivos necesarios para definir la estructura del muro divisorio, tanque de mezclado, digestor anaerobio y losas de cimentación se recoge en el Anejo VII “Ingeniería de las obras”. Cabe destacar que todos los cálculos constructivos se han realizado con la aplicación CYPE-CAD con una versión gratuita llamada “after hours”.

Todo el cálculo referente a la cimentación, soleras y zapatas se ha realizado con una resistencia a compresión de 1,9 kg/cm², dato obtenido a partir del estudio geotécnico reflejado en el Anejo V “Estudio geotécnico”.

6.2.2. Movimiento de tierras.

Antes de llevar a cabo las obras proyectadas, será necesario, previo al inicio de los trabajos, un desbroce y limpieza del terreno, además para la realización del muro divisorio entre el depósito de purín y el depósito de digestato (actual balsa de purín) será necesaria la demolición de una pequeña parte de la solera de hormigón que se encuentra en el fondo de la balsa.

El movimiento de tierras a realizar en la explotación puede dividirse en dos:

- Movimiento de tierras para cimentación.
Se trata de la excavación del hueco donde irá la cimentación de los diferentes elementos que conforman el proyecto, estos son:
 - Digestor anaerobio: La excavación a realizar será con forma cónica debida a la tipología de su solera, se deberá de excavar un cono de un diámetro de 19,17 m y una profundidad de 4,18 m.
 - Tanque de mezclado: La excavación a realizar será de forma circular ya que la solera del tanque es circular, por lo que se deberá excavar un círculo de 8,4 m y una profundidad de 0,25 m.
 - Losas de cimentación: La excavación a realizar dependerá del tamaño de las diferentes losas, que en apartados posteriores se señalará.
- Movimiento de tierras para zanjas.
En función de los elementos que van a ir en cada una de las zanjas, su profundidad y su anchura va a ser diferente, así pues, habrá tres tipos de zanjas.
 - Zanjas de tuberías.
Estas zanjas, salvo para la línea nº 3, línea de digestato, que poseerá 0,60 m de ancho, una pendiente de 1 % y partirá de una profundidad de 0,50 m y llegará a la balsa a una profundidad de 0,65m, tendrán una anchura de 0,60 m y una profundidad de 1,1 m.
 - Zanjas de tubos corrugados.
Las zanjas que poseen únicamente tubos corrugados tendrán una anchura de 0,6 m de ancho y 0,6 m de profundidad.

- Zanjas para cableado eléctrico.
Las zanjas para cableado eléctrico poseen una anchura de 0,6 m y una profundidad de 0,9 m.

6.2.3. Camino de acceso y superficie de ubicación del proyecto.

Para llegar hasta la ubicación del presente proyecto, es necesario realizar un vial de acceso desde la balsa de purín, este camino tendrá una anchura de 4 m y una longitud de 238,92 m, siendo el material que conforma el camino de acceso de zahorra natural caliza de 0,30 m de espesor.

Así mismo, para facilitar la movilidad en la planta de producción de biogás, se desbrozará el terreno y se acondicionara vertiéndole una capa de zahorra natural caliza de 0,30 m de espesor, la superficie que se va a condicionar el irregular, teniendo un área de 1789,33 m³.

6.2.4. Digestor anaerobio.

El digestor anaerobio que se ha de construir poseerá unos cerramientos cilíndricos, una cúpula semiesférica y una solera cónica disponiendo de un volumen útil de 89,75 m³ (5,75 m), las dimensiones del digestor son las siguientes:

- Diámetro del cilindro: 17,87 m.
- Altura de la cúpula: 4,46 m.
- Altura de los cerramientos: 6,70 m.
- Altura del cono la base: 2,68 m.

Tanto la solera como los cerramientos están constituidos por una capa de hormigón armado tipo HA-30/p/20/II_a+Q_b y unas barras corrugas de tipo B 400 S, lo que difiere son los espesores, la solera tiene un espesor de 1,5 m y los cerramientos un espesor de 0,65 m.

La cubierta se trata de una cúpula fija de doble membrana de EPDM, que se utiliza para el almacenamiento de biogás, está cubierta se sustenta gracias al apoyo de un soplante de aire.

En el interior del digestor habrá dos vigas de celosía de una anchura de 0,80 m y una longitud de 18,85 m, formadas por acero laminado S275JR.

Los aislamientos a utilizar en cada una de las partes serán los siguientes:

- Como aislamiento exterior de los cerramientos se utilizará aislante térmico de poliestireno expandido de 0,10 m, el cual se recubrirá con una chapa de acero precolada de 0,6 mm de espesor.
- Como aislamiento de la solera se utilizará vidrio celular de 0,10 m de espesor el cual se situará encima de la capa de hormigón de limpieza y lamina de impermeabilización.
- Como aislamiento de la cubierta se utilizará un aislamiento combinado de polietileno de baja densidad (LDPE), lamina de aluminio y espuma de polietileno, siendo su ubicación entre las dos membranas existentes.

6.2.5. Tanque de mezclado.

El tanque de mezclado que se ha de construir será cilíndrico disponiendo de un volumen útil de 89,75 m³ (1,78 m), siendo sus dimensiones las siguientes:

- Diámetro del cilindro: 8 m.
- Altura del cilindro: 2 m.

Tanto la solera como los cerramientos serán de hormigón HA-30/P/20/IV IV y barras corrugadas B 500 S, lo que difiere son los espesores, los cerramientos poseen un espesor de 0,20 m y la solera un espesor de 0,25 m.

6.2.6. Depósito de digestato y depósito de purín.

La balsa de purín existente en la explotación se dividirá en dos gracias a un muro constituido por HA-30/P/20/IV y barras corrugadas B 500 S, siendo el canto de la zapata de 0,50 y el espesor del muro de 0,40 m. El muro tendrá una longitud igual a la anchura del depósito, siendo esta de 76,65 m.

La ubicación del muro se ha realizado en función del volumen requerido en el depósito de digestato para que este se vacíe al cabo de 6 meses, siendo a la distancia que se encuentra, respecto a la cara norte de la actual balsa, de 19,32 m.

El depósito de purín podrá albergar un volumen de 2687,52 m³ mientras que el depósito de digestato un volumen de 16.372,84 m³.

6.2.7. Losas de cimentación.

Las losas de cimentación ubicadas en el presente proyecto tienen la finalidad de que los equipos ubicados en el exterior de la explotación se apoyen en ellas. Todas las losas están constituidas por hormigón por HA-30/P/20/IV IV y barras corrugadas B 500 S. Las dimensiones de las losas que se encuentran en la planta son las siguientes:

- Losas de cimentación de módulo de cogeneración.
 - Espesor: 0,40 m.
 - Longitud: 15,90 m.
 - Anchura: 6 m.
- Losas de cimentación de antorcha de seguridad.
 - Espesor: 0,20 m.
 - Longitud: 1,5 m.
 - Anchura: 1,5 m.
- Losas de cimentación de dosificador y elevador de paja.
 - Espesor: 0,20 m.
 - Longitud: 3,80 m.
 - Anchura: 2,62 m.
- Losas de cimentación de soplante de aire.
 - Espesor: 0,20 m.
 - Longitud: 1,5 m.
 - Anchura: 1,5 m.

6.2.8. Cubierta flotante para depósito de purín.

El depósito de purín ira cubierto de una cubierta flotante para asegurar que no se produce ninguna emisión de efecto invernadero a la atmosfera, está cubierta se tratara de una cubierta de polipropileno armado con fibra de poliéster, de 1,4 mm de espesor de manera que se garantiza eliminar el 100% de las pérdidas de evaporación de la balsa.

6.3. Ingeniería de las instalaciones.

6.3.1. Introducción.

En este apartado se hará una pequeña descripción de las instalaciones y equipamiento que hay en la planta, estando explicado de manera más detallada en el Anejo VII "Ingeniería de las obras", donde se indicaran las características técnicas de cada equipo, así como los criterios seguidos para la elección de cada elemento.

6.3.1. Instalación de tuberías.

La red de tuberías de las distintas tuberías se realiza después de la instalación de las diferentes instalaciones y equipos a los que van a dar servicio. Como se ha dicho anteriormente, las tuberías que llevan liquido en su interior van a ir enterradas en zanjas, todas las zanjas que albergan tuberías tendrán la misma composición de capas siendo esta la siguiente:

- Capa de tierra del terreno: en el fondo de la zanja se depositará una capa de tierra del terreno de 0,10 m con la finalidad de que el fondo de la zanja se encuentre totalmente estabilizado y nivelado.
- Arena fina: con el fin de proteger las tuberías, el fondo de la zanja se dispondrá de un relleno de 0.20 m de arena fina ubicándose en la mitad de esta capa las tuberías.
- Capa de tierra del terreno: el resto de la zanja irá rellena de tierra del terreno.

Únicamente habrá una línea que no se encuentre enterrada, esta línea será la línea que transporta el biogás desde la salida del digestor anaerobio hasta el módulo de cogeneración el motivo de la instalación superficial de las tuberías de la línea 5 se trata de localizar y por lo tanto corregir lo antes posible una fuga de gas, con el objetivo de evitar la propagación de biogás pues esto disminuiría la producción de energía eléctrica y se trata de un gas muy toxico para las personas.

A continuación, se hará una breve descripción de las líneas de tuberías que se encuentran en la planta y por donde pasa cada una de ellas:

- Línea 1.
La línea uno se trata de la línea que va desde el depósito de purín hasta el tanque de mezclado, su función consiste en transportar el purín para una adecuada realización de la co-digestión. Las tuberías de esta línea se tratan de tuberías de polietileno de alta densidad (PE100), siendo su diámetro exterior (diámetro nominal) de 50 mm.
- Línea 2.
La línea 2 se trata de la línea que va desde el tanque de mezclado hasta el digestor anaerobio, pasando por intercambiador de calor, donde el sustrato mezclado adquiere una temperatura de 35 °C. Su función consiste en llevar el sustrato mezclado al digestor anaerobio para que se pueda producir el proceso de digestión anaerobia. Las tuberías de esta línea se tratan de tuberías de

polietileno de alta densidad (PE100), siendo su diámetro exterior (diámetro nominal) de 50 mm.

- Línea 3.

La línea 3 se trata de la línea que va desde el digestor anaerobio hasta el depósito de digestato. Su función consiste en desalojar el sustrato que hay en el interior del digestor una vez pasados 20 días (tiempo de retención hidráulico). Las tuberías de esta línea se tratan de tuberías de polietileno de alta densidad (PE100), siendo su diámetro exterior (diámetro nominal) de 50 mm.

- Línea 4.

La línea 4 se trata de la línea de calefacción, esta línea puede diferenciarse por dos tramos:

- Tramo 4.1: Se trata del tramo que va desde la caldera de combustión hasta la válvula de tres vías (3V3-03) que une las tuberías de calefacción de la caldera de combustión y de la caldera recuperadora de la unidad de cogeneración, y desde esta válvula al intercambiador. Su función consiste en transportar la energía necesaria para satisfacer las necesidades térmicas de los digestores. El diámetro nominal que poseen las tuberías de este tramo es de 32 mm.
- Tramo 4.2: Se trata del tramo que va desde la caldera recuperadora de la unidad de cogeneración hasta la válvula de tres vías (3V3-04) ubicada entre dicho equipo y la válvula mencionada anteriormente (3V3-03), y desde esa válvula hasta la explotación porcina. Su función consiste en transportar la energía térmica de la caldera de recuperación de la unidad de cogeneración a la explotación, cuando las necesidades térmicas del digestor se encuentren cubiertas. El diámetro nominal que poseen las tuberías de este tramo es de 38 mm.

Las tuberías de esta línea se tratan de tuberías de acero inoxidable AISI 316 recubiertas de un aislamiento de lana de vidrio de 40 mm de espesor.

- Línea 5.

La línea 5 se trata de la línea de gas, esta línea puede diferenciarse por dos tramos:

- Tramo 5.1: Se trata del tramo que va desde el gasómetro hasta la primera válvula de tres vías ubicada en esta línea (3V3-01). Su diámetro exterior (diámetro nominal) se trata de 63 mm.
- Tramo 5.2: Se trata del tramo de tubería que va desde el gasómetro, cubierta del digestor, hasta una de las válvulas de tres vías existentes en la línea (3V3-02) y desde esta válvula al motor alternativo de biogás (unidad de cogeneración). Su función es llevar el biogás generado hasta la unidad de cogeneración para la producción de energía térmica y eléctrica. El diámetro exterior (diámetro nominal) que poseen las tuberías de este tramo es de 63 mm.
- Tramo 5.3: Se trata del tramo que va desde la válvula de tres vías mencionada con anterioridad (3V3-02), hasta la caldera de combustión. Su función es llevar el biogás necesario, para suplir las necesidades térmicas del digestor cuando con la energía térmica generada en la

unidad de cogeneración no sea suficiente, a la caldera de combustión. El diámetro exterior (diámetro nominal) que poseen las tuberías de este tramo es de 40 mm.

- Tramo 5.4: Se trata del tramo que va desde la primera válvula de tres vías ubicada en la línea de gas (83V3-01) hasta la antorcha de seguridad. Su función se trata de que, en caso de algún tipo de avería o problema causado en la línea de gas, y el gasómetro se encuentra completamente lleno de biogás, destinar el biogás generado a la antorcha de seguridad para que este pueda ser quemado. El diámetro exterior (diámetro nominal) que poseen las tuberías de este tramo es de 63 mm.

Las tuberías de esta línea se tratan de tuberías de polietileno de alta densidad (PE100).

6.3.2. Instalación eléctrica.

Todo el cableado presente en el proyecto va recubierto con aislamiento RV-K 0,6/1 kV. Además, todas las zanjas que lleven cableado eléctrico/cableado de datos deberán llevar una cinta de señalización a una distancia de 0,2 m del terreno.

- Equipos eléctricos.

La mayoría de los equipos eléctricos ubicados en la explotación van a ir al aire libre hasta el cuadro su respectivo cuadro eléctrico mediante unas bandejas de cables perforadas de PCV de 60 mm x 70 mm, aunque también habrá equipos que vayan hasta sus respectivos cuadros directamente enterrados en zanjas, a una profundidad de 0,9 m. La sección de los cables de que van desde los equipos hasta su respectivo cuadro de control varía principalmente por la potencia que poseen los equipos y la longitud a recorrer.

- Cuadros de baja tensión.

En el presente proyecto se colocarán 4 cuadros eléctricos de baja tensión, estos cuadros son los siguientes:

- Cuadro eléctrico de digestor anaerobio: Este cuadro se ubica en el digestor anaerobio y en él se conectan los equipos eléctricos que se encuentran en el digestor o en las inmediaciones de este. El cableado que va desde el cuadro general de baja tensión de la planta hasta este cuadro se dispone en zanjas, más concretamente enterrados a una profundidad de 0,9 m y a una distancia de 0,125 m de los demás cables de baja tensión que transcurren por dicha zanja.
- Cuadro eléctrico de tanque de mezclado: Este cuando de ubica en el tanque de mezclado y en él se conectan los equipos eléctricos que se encuentran en el tanque de mezclado o en las inmediaciones a este, además de la bomba sumergible del depósito de purín. El cableado que va desde el cuadro general de baja tensión de la planta hasta este cuadro se dispone de la misma manera que el que va del cuadro eléctrico del digestor anaerobio hasta el cuadro general de baja tensión de la planta.
- Cuadro eléctrico general de baja tensión de la planta: Este cuando se ubica en el módulo de cogeneración y en él se conectan: 1) los equipos de control, 2) los cuadros eléctricos anteriormente descritos, 3) el deshumidificador y 4) la antorcha de seguridad. El cableado que va desde

este cuadro hasta el cuadro general de baja tensión de la explotación va subterráneo siendo la misma disposición que los cuadros descritos con anterioridad.

- Cuadro eléctrico de módulo de cogeneración: Este cuadro se ubica en el módulo de cogeneración y en él se conectan los equipos eléctricos que conforman la totalidad del módulo de cogeneración, incluido los equipos de la caldera de combustión. Este cuadro viene ya determinado ya que el módulo de cogeneración se trata de una instalación llave en mano. El cableado que va desde este cuadro hasta el cuadro eléctrico de baja tensión general de la explotación se dispone de la misma forma que el resto de los cuadros de la explotación.
- Instalación de potencia.

La instalación de potencia se trata del cableado que va desde el cuadro de control eléctrico y protección de la unidad de cogeneración, ya determinado por el fabricante de la unidad de cogeneración, hasta el transformador eléctrico de la explotación, el cual posee una potencia de 250 kVA.
- Toma de tierra.

En el presente proyecto se realizarán dos tomas de tierra siendo estas las siguientes:

 - Toma a tierra general: Esta constituida por conductor de cobre de 50 mm² de sección, este conductor deberá de ser de 100 metros para que la resistencia de puesta de tierra sea menor de 10 Ω.
 - Toma de tierra de unidad de cogeneración: Se precisará de una toma de tierra individual para la unidad de cogeneración siendo el electrodo de esta toma de tierra una pica vertical de 2 m de longitud.
- Equipos complementarios en la instalación eléctrica.

Los equipos complementarios que se han de instalar son los siguientes:

 - Contador de energía: Para un adecuado cumplimiento de la normativa, se deberá de instalar un contador de energía eléctrica para contabilizar la energía generada por la explotación.
 - Variadores de frecuencia. Para que el caudal que impulsan las bombas sumergibles del tanque de mezclado y depósito de digestato sea el adecuado se dispondrá de dos variadores de frecuencia.
- Cableado de monitorización.

El cableado de datos encargado de llevar la señal de los equipos de control al cuadro de control se dispondrá de manera subterránea en tubos corrugados de 110 mm los cuales van a ir a una distancia de 0,10 m del fondo de la zanja, las zanjas que únicamente llevan este tipo de cables se rellenan totalmente de tierra de terreno.
- Capas de zanjas de cableado eléctrico.

El relleno de las zanjas que precisan de cableado eléctrico de baja tensión es el siguiente:

- Capa de tierra del terreno: En el fondo de la zanja, sobre el electrodo de la instalación de puesta a tierra de la instalación, en el caso de su existencia, ira una capa de tierra del terreno con un espesor de 0,10 m.
- Capa de arena fina: Sobre la capa de tierra del terreno ubicada en el fondo de la zanja se colocará una capa de arena fina con un espesor de 0,20 m de manera que en la mitad de esta capa se ubicaran los cables de baja tensión. La finalidad de rellenar la zanja con una capa de arena fina es proteger los cables de baja tensión que se sitúan en su interior, de algún elemento que los pueda dañar.
- Capa de tierra del terreno: Para terminal de rellenar la zanja, se utilizará una capa de tierra del terreno de 0,50 m, donde se situarán los tubos corrugados y una cinta de señalización ubicada a 0,20 m de la superficie.

6.3.3. Instalación de protección contra incendios.

El presente proyecto se realiza en función del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, porque se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Todos los detalles referente a la instalación contra incendios realizada se recogen en el Anejo VIII "Instalación contra incendios".

Se dispone de 2 extintores portátiles de polvo ABC correctamente señalizados y de 3 sistemas manuales de alarma de incendio. Tanto unos equipos como otros se ubican en el digester anaerobio, tanque de mezclado y módulo de cogeneración.

Las paredes interiores del digester deberán de llevar un revestimiento C-s3 d0 (M2) y la viga de celosía esta recubierta de pintura intumescente con una resistencia al fuego R90.

6.4. Equipamiento.

6.4.1. Instrumentación.

La planta de producción de biogás contiene equipos de automatismo y control los cuales permiten controlar y automatizar el conjunto de la planta.

Todos estos equipos estarán debidamente conectados a su cuadro eléctrico de baja tensión correspondiente y a la toma de tierra. Además de cada equipo saldrá un cable de señal que irá hasta el cuadro de control general ubicado en la salde de ordenadores y compresores de la explotación, donde se controlará todo el proceso. Además, se contará con un sistema de operación compuesto por un sistema SCADA y alarmas del sistema de enclavamiento.

En la siguiente table se muestran los equipos de control que hay en la planta y su localización dentro de esta.

Tabla 6. Equipos de control de la planta.
Fuente: Elaboración propia

Equipo/Ubicación	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	Digestor	Tanque de mezclado
Caudalímetro de sustrato	1	1	1				
Medidor de nivel de sustrato						1	1
Sonda de temperatura, potencias redox y ph						1	
Analizador de biogás					1		
Manómetro					2		
Caudalímetro de biogás					2		

Como se muestra en el Anejo VII “Ingeniería de las obras” a estos elementos se le enclavarán cada una de las válvulas de las líneas para que se asegure una correcta operación y automatización de la planta.

6.4.2. Valvulería.

La instalación de tuberías contará con una serie de válvulas para su correcto funcionamiento, a continuación, se señalará cuál es la función de las válvulas a instalar:

- Válvula antirretorno/retención.
Instalada para que el fluido únicamente circule por un sentido único.
- Válvula reguladora de presión.
Se asegura que el gas/liquido entra con la presión adecuada al equipo a convenir.
- Válvula de control (dos vías y tres vías).
Se encargan del control del gas/líquido que pasa por una conducción, en caso de la válvula de dos vías, o por dos conducciones, en caso de la válvula de tres vías. Estas válvulas irán controladas por un actuador eléctrico monofásico el cual poseerá un cable de señal que va hasta el cuadro de control de la explotación.
- Pote de condensados.
Provocan que el agua se condense en ellos evitando la corrosión de tuberías en otros puntos de la tubería a causa del agua.

El número de válvulas que hay en cada una de las líneas de tuberías que conforman el presente proyecto se recoge en la tabla que aparece a continuación:

Tabla 7. Válvulas de las líneas de tuberías.
Fuente: Elaboración propia

Válvula/Ubicación	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5
Válvula antirretorno	1	2		1	
Válvula reguladora de presión		1		1	
Válvula de control de dos vías	1	1	1		1
Válvula de control de 3 vías				3	3
Pozo de condensados					3

6.4.3. Módulo de cogeneración.

El módulo de cogeneración instalado en el proyecto se trata de una instalación llave en mano, siendo este estándar para todas las instalaciones que ofrece el fabricante. Los equipos más importantes que se encuentran en este módulo son los siguientes:

- Grupo moto-generador y caldera de recuperación (unidad de cogeneración)
Se trata del equipo principal ubicado en el módulo de cogeneración, el grupo motor-generador tiene una capacidad de producir 210 kW de potencia eléctrica y 225 kW de potencia térmica, se ha elegido una potencia eléctrica de 210 kW por los siguientes factores:
 - Combustible disponible. El biogás disponible de manera constante se trata de uno de los principales factores más importantes a la hora de la elección de la unidad de cogeneración, debido a que las unidades de cogeneración se tratan de equipos muy costosos y para asegurar una adecuada inversión el motor debe de trabajar a una carga, por lo menos, superior al 50% de la máxima carga admisible.
 - Potencia eléctrica generada. La potencia eléctrica que la unidad de cogeneración puede generar se trata de otro de los principales factores importantes a la hora de determinar la máxima potencia eléctrica de la unidad de cogeneración.
El digestor tiene la capacidad de producir una cantidad de 57,31 m³/h lo que se traduce en que puede producir una potencia eléctrica de 140 kW.
 - Biogás acumulado. El biogás se acumulará en el gasómetro, una vez que se haya satisfecho ambas demandas energéticas existentes, eléctrica y térmica. Este elemento es indispensable debido a que habrá momentos en los que la potencia eléctrica que se desee generar sea mayor a la potencia eléctrica producida por el biogás que se genera de manera continua. De tal forma que deberá almacenarse en los periodos de poca demanda para suplir las desigualdades.
Por lo que deberá de haber una diferencia considerable entre el biogás generado de manera constante por el digestor y el máximo caudal admisible el motor alternativo de biogás, de manera que todo el biogás acumulado pueda ser quemado sin ningún tipo de problema.

La unidad de cogeneración posee una válvula de seguridad y una válvula de circuito de vapor para que garantiza una adecuada seguridad.

- Caldera de combustión convencional de gas.
La selección de la caldera de combustión de gas se basa en la potencia mínima que deberá de tener, estando dicha potencia determinada en función de la potencia térmica que se requiere para que el digestor se encuentre en todo momento a la temperatura óptima en el mes más desfavorable (enero), aunque la unidad de cogeneración se encuentre parada. La potencia térmica que tendrá dicha caldera será de 240 kW. Poseerá una válvula de seguridad y una válvula de corte para garantizar una adecuada seguridad.

6.4.4. Equipos de impulsión.

En el presente proyecto se dispondrá de dos bombas sumergibles, siendo la ubicación y función de estas la siguiente:

- Bomba sumergible depósito de purín.
Como su propio nombre indica esta bomba se ubica en el interior del depósito de purín, la función de esta bomba es impulsar por las tuberías el purín desde el depósito donde se encuentra hasta el tanque de mezclado. La potencia que consumirá esta bomba es de 56,17 W.
- Bomba sumergible tanque de mezclado
Esta bomba se ubica en el tanque de mezclado, la función de esta bomba es la de impulsar el sustrato mezclado por las tuberías, hasta llegar al digestor anaerobio. La potencia que consumirá esta bomba es de 154,29 W.

Debido a lo anteriormente descrito, se han seleccionados dos bombas sumergibles de 0,6 kW de potencia.

6.4.5. Otros equipos.

Además de los equipos y elementos anteriormente descritos, para el correcto funcionamiento de la explotación es necesario instalar los siguientes equipos:

- Intercambiador de calor.
El intercambiador de calor es esencial para que el sustrato mezclado proveniente del tanque de mezclado entre a una temperatura optima al digestor anaerobio, para ello se ha seleccionado un intercambiador de placas capaz de suministrar la potencia térmica requerida por el digestor en los momentos más desfavorables, mes de enero. Siendo el área de intercambio a requerir de 2,38 m² y seleccionado un intercambiador el cual posee un área de intercambio de 2,5 m².
- Agitadores.
En el presente proyecto se dispondrá de 5 agitadores, la ubicación de estos es la siguiente:
 - Digestor anaerobio: Se dispondrá de 4 agitadores sumergibles iguales de una potencia de 3,2 kW cada uno. Estos agitadores se colocarán de manera simétrica en el digestor para garantizar una agitación del sustrato durante el proceso de digestión anaerobia.
 - Tanque de mezclado: En el tanque de mezclado se dispondrá de un agitador de una potencia de 3 kW para asegurar un adecuado mezclado de los sustratos que se adicionan a dicho tanque.
- Deshumidificador.
Se dispondrá de un deshumidificador capaz de eliminar el vapor de agua de un caudal de 88,5 m³/h, cuando máximo admisible por la unidad de cogeneración, por lo que se seleccionará un deshumidificador de un caudal de 220 m³/h (C.N).
- Columna de absorción de ácido sulfhídrico.
Se dispondrá de una columna de absorción de ácido sulfhídrico que sea capaz de desulfurar un caudal medio de 64,99 m³/h (caudal de gas a 35 °C), por lo que se dispondrá de una columna de un diámetro de 1,07 m y una altura de 4,42 m.

- Dosificación y transporte de la paja.
Para una adecuada dosificación y transporte de la paja, en la planta se dispondrá de un dosificador de paja con una capacidad de 17 m³ y un tornillo sin fin para el transporte de la paja desde el dosificador hasta el tanque de mezclado siendo el caudal máximo al que puede llevar este tornillo de 12 m³/h, el cual es suficiente para la elevación de la paja requerida.
- Antorcha de seguridad.
En la planta se encuentra instalada una antorcha abierta capaz de quemar todo el biogás que se produce, 57,32 m³/h, en el caso de que se produjera algún tipo de problema relacionado con la línea de biogás y fuese necesaria su quema.
- Válvula de seguridad en el gasómetro.
Se dispondrá de una válvula de alivio de presión y parallamas en el gasómetro para que cuando una presión mayor a 20 mbar en el interior de este se abra y baje la presión del interior del mismo.

7. Estudio de impacto ambiental.

En el presente proyecto se realiza un estudio básico de impacto ambiental, siendo las medidas correctoras a realizar las siguientes:

- Correcto almacenaje de los aceites usados.
- Dotar al digestor de cuna chapa de acero de color ocre, con la finalidad de reducir el impacto visual. Se ha seleccionado color ocre por que la explotación se encuentra pintada de ese color.

8. Estudio básico de seguridad y salud.

La ejecución de la obra se realiza con cumpliendo el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Será necesario un estudio básico de seguridad de salud en las obras que no se incluyen dentro de los siguientes proyectos:

- La duración estimada de las obras sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,07 €.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, presas y conducciones subterráneas.

Al tener nuestro proyecto un presupuesto superior a 450.759,07 €, sería necesaria la realización de un proyecto de seguridad de salud, pero debido a la tipología del presente proyecto, proyecto académico, se ha decidido realizar un estudio básico de seguridad y salud.

9. Planificación de la obra.

El plazo de ejecución de las obras, como aparece en el Anejo XII “Programación de las obras” será de siete meses, siendo alguna de las actividades de obras realizadas al mismo tiempo. Las actividades a realizar son:

- Movimiento de tierras (101 días).
- Demolición (3,5 días).
- Estructuras (76 días).
- Aislamiento e impermeabilización (19 días).
- Albañilería y revestimientos (6).
- Instalación hidráulica (2,5 días).
- Instalación de calefacción (16 días).
- Instalación de gas (5 días).
- Instalación de sistemas de agitación (2 días).
- Instalación de elevación y dosificación de la paja (3 días).
- Instalación de instrumentación y control (23 días).
- Instalación eléctrica (40 días).
- Instalación de equipos de generación de energía (40 días).
- Extinción de incendios (1 día).

A continuación, se mostrará el diagrama de GANTT diseñado.

Tarea	Fecha	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Movimiento de tierras	02/01/2020-14/04/2020	■							
Demolición	05/01/2020-08/01/2020	■							
Cimentación	29/01/2020-21/03/2020		■						
Estructuras	22/03/2020-07/06/2020			■					
Aislamiento e impermeabilización	07/03/2020-18/03/2020		■						
Albañilería y revestimientos	08/06/2020-15/06/2020						■		
Instalación hidráulica	06/06/2020-08/08/2020						■		
Instalación de calefacción	09/06/2020-24/06/2020						■		
Instalación de gas	25/06/2020-30/06/2020							■	
Instalación de sistemas de agitación	09/06/2020-11/06/2020						■		
Instalación de elevación y dosificación de paja	11/06/2020-13/06/2020						■		
Instalación de instrumentación y control	19/03/2020-13/04/2020			■					
Instalación eléctrica	03/03/2020-11/04/2020			■					
Instalación de equipos de generación de energía	20/03/2020-20/04/2020			■					
Extinción de incendios	21/04/2020				■				
Pruebas de estanqueidad de depósitos	15/06/2020						■		
Introducción de carga inicial	24/06/2020							■	
Agitación de carga inicial y eliminación de O2	25/06/2020-11/07/2020						■	■	
Prueba de inicio de producción de biogás	12/07/2020							■	
Seguridad y salud	02/01/2020-30/06/2020	■							

10. Estudio económico.

El estudio económico realizado del presente proyecto se realiza para determinar la viabilidad económica que supondría la actividad de la planta de producción de biogás.

Para la realización de este estudio se ha contemplado la inversión que se debe de realizar, el presupuesto de ejecución por contrata y flujos de caja anuales con el objetivo de realizar la evaluación financiera con el valor actual neto (V.A.N), la tasa de rentabilidad (T.I.R) y el Pay-Back. Los resultados obtenidos en el Anejo XI "Estudio económico" han sido los siguientes:

- V.A.N: 107.313,45 €, por lo que el proyecto sería rentable.
- T.I.R: 7,96 %.
- Pay-Back: 11 años.

11. Resumen del presupuesto.

C01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	50.885,77
C02	DEMOLICIÓN	258,47
C03	CIMENTACIÓN	105.078,99
C04	ESTRUCTURA	96.444,71
C05	AISLAMIENTO E IMPEMEABILIZACIÓN	49.089,64
C06	ALBALIÑERIA Y REVESTIMIENTOS	7.003,23
C07	INSTALACION HIDRÁULICA	4.641,39
C08	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	24.884,27
C09	INSTALACIÓN DE GAS	130.008,88
C10	INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGITACIÓN	17.276,48
C11	INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE LA PAJA	26.650,41
C12	INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	95.364,72
C13	INSTALACIÓN ELECTRICA	108.795,38

C14	MODULO DE COGENERACIÓN Y CALDERA DE COMBUSTIÓN	274.952,84
C15	EXTINCIÓN DE INCENDIOS	656,28
C16	SEGURIDAD Y SALUD	16.834,90

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....1.008.826,36

2 % Gastos Generales..... 20.176,53

6 % Beneficio Industrial..... 60.529,58

Suma..... 1.089.532,47

21 % I.V.A. de Contrata..... 228.801,82

PRESUPUESTO DE CONTRATA..... 1.318.334,29

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLON TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON VEINTINUEVE EUROS.

ANEJO I: FICHA URBANÍSTICA

FICHA URBANÍSTICA

Título del Proyecto	Proyecto de ejecución de planta de producción de biogás para autoabastecimiento energético de explotación porcina, ubicada en el término municipal de El Cubo de la Solana (SORIA).
Emplazamiento (Finca/ Parcela/ Polígono / Calle)	Parcela 20317 Poligo 13
Municipio	Termino municipal El Cubo de la Solana
Provincia	Soria
Ingeniero Agrónomo Autor:	Alberto Barrio Pérez
Normativa Urbanística Aplicable:	Normas subsidiarias de Planeamiento Municipal
Calificación del suelo ocupado por el proyecto:	Rustico

Descripción		Autorizado en Normativa	Proyectado	Cumple
Uso del suelo		Construcciones e instalaciones vinculadas a explotaciones ganaderas	Diseño de planta de producción de biogás para autoabastecimiento energético de explotación porcina	Si
Superficie mínima de parcela (m ²)		10000 m ²	143.210m ²	Si
Superficie de ocupación máxima (m ²)		28.642 m ²	16.000 m ² (explotación)+ 462,82 m ² (proyecto)	Si
Retranqueo mínimo	Linderos	10 m	26,24 m	SI
	Caminos	25 m	209,24 m	Si
Edificabilidad (m ² /m ²)		0,20 m ² /1 m ²	0,11 m ² /1 m ²	Si
Altura máxima	Nº de plantas	2	1	Si
	Al alero (m)	8	6.70	Si

Documentación que se acompaña (opcional)

Cédula Urbanística del terreno	<input type="checkbox"/>
Certificado expedido por el ayuntamiento en que consta las circunstancias urbanísticas de la finca.	<input type="checkbox"/>
Autorización de edificación o uso del suelo de la Administración Urbanística.	<input type="checkbox"/>

El Graduado en Ingeniería Agraria y Energética Alberto Barrio Pérez que suscribe, declara que las circunstancias que concurren y las normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, son las arriba indicadas (art. 47 Reglamento de Disciplina Urbanística).

En _____, a __ de _____ de 2.00__.

Firmado: _____

ANEJO II: CONDICIONANTES

ÍNDICE ANEJO II: CONDICIONANTES

1. Condicionantes del medio.	1
1.1. Selección del observatorio.	1
1.2. Datos recogidos.	1
1.3. Radiación solar.	2
1.4. Elementos termométricos.	3
1.5. Elementos hídricos.	11
1.6. Elementos secundarios.	14
1.7. Clasificaciones climáticas.	18
2. Condicionantes externos.	20
3. Condicionantes legales.	21
3.1. Normativa de carácter urbanístico.	21
3.2. Normativa sanitaria.	23
4.3. Normativa ambiental.	23
4.4. Normativa referente al uso de digestato.	24
4.5. Normativa referente a instalaciones de gas y equipos a presión.	25
4.6. Normativa referente a la generación de energía eléctrica.	25
4.7. Normativa referente a instalaciones eléctricas.	29
4.8. Normativa referente a instalaciones de protección contra incendios.	30
3.7. Fondo de carbono para una economía sostenible.	30
4. Analítica de purín.	31
4.1. Introducción.	31
4.2. Analítica de purín.	31

1. Condicionantes del medio.

1.1. Selección del observatorio.

El estudio climático se realiza a partir de la información aportada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). El observatorio elegido de donde provienen los datos que se van a utilizar para la realización del estudio climático provienen de Lubia, un pueblo perteneciente al municipio de El Cubo de la Solana.

Se ha elegido este observatorio debido numerosos factores como:

- Tratarse del observatorio más cercano al lugar donde se va a realizar el presente proyecto.
- Contar con los datos suficientes para la realización de este estudio.
- Presentar las menores diferencias en longitud, latitud y altitud respecto a la ubicación en la que se realiza la planta de producción de biogás.

Los datos geográficos donde se encuentra el observatorio son los siguientes:

- Altitud: 1100 metros.
- Latitud: 41° 36' 2" N.
- Longitud: 2° 30' 27" O.
- Índice climatológico: 2044B.

1.2. Datos recogidos.

Los datos que van a ser objeto del estudio climático que vamos a realizar, es decir, los datos recogidos del observatorio van a ser desde el año 2004-2018, con los que se pretende obtener un año "tipo" de estos 15 años. Los datos analizados han sido los siguientes:

- Insolación media diaria.
- Temperaturas mínimas, máximas, medias y absolutas.
- Fechas de la primera y última helada.
- Número de días con temperaturas iguales o menores a 0 °C.
- Precipitación tota mensual.
- Precipitación máxima diaria mensual.
- Humedad relativa (%).
- Días de lluvia.
- Días de nieve.
- Días de granizo.
- Días de roció.
- Días de escarcha.
- Días de niebla.
- Porcentaje de frecuencia del rumbo del viento.
- Velocidad media del viento.

1.3. Radiación solar.

La radiación solar que se calcula se trata de la radiación solar que recibe el suelo, midiéndose con la siguiente fórmula empírica:

$$R_S = R_a \left(a + b \frac{n}{N} \right)$$

Siendo:

- R_a : radiación global extraterrestre, valores tabulados en función de la latitud y el mes.
- n : horas de sol despejado del mes, se trata de dato del heliógrafo.
- N : horas de sol máximas posibles, tabuladas en función de latitud y mes.
- R_s : radiación global a nivel del suelo (w/m^2).
- a y b : valores constantes, estos valores son diferentes en función de los autores que las definan:

Tabla 1. Valores de a y b para el cálculo de la radiación a nivel de suelo.
Fuente: Varias.

a	b	Autor
0,23	0,48	BLACK
$0,29 \cos \alpha$ (siendo α altitud)	0,58	GLOVER y McCULLOCH
0,18	0,55	PENMAN
0,18	0,62	TURC

Por lo que la radiación a nivel del suelo en función de los siguientes autores se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valores mensuales de radiación global a nivel de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

Meses	n	R_a	N	R_s-Black	R_s-Glover-Mcculloch	R_s-Penman	R_s-Turc
Enero	4,27	336	9,60	149,04	47,74	142,71	153,17
Febrero	5,99	468	10,70	233,46	97,74	228,40	246,75
Marzo	6,67	650	12,00	322,96	134,20	315,75	341,05
Abril	7,19	819	13,40	399,18	159,73	388,97	419,72
Mayo	8,11	939	14,60	466,25	193,50	455,80	492,30
Junio	10,22	985	15,20	544,49	269,92	541,61	587,97
Julio	11,02	954	14,90	558,14	298,63	559,84	609,23
Agosto	9,36	846	13,80	469,92	234,58	467,78	507,93
Septiembre	8,02	689	12,50	370,70	176,52	367,20	398,15
Octubre	5,74	510	10,90	246,18	96,57	239,47	258,27
Noviembre	4,51	360	9,80	162,28	54,28	155,87	167,46
Diciembre	3,80	294	9,20	125,91	36,33	119,71	128,21

1.4. Elementos termométricos.

- Temperaturas.

En este subapartado se mostrarán los diferentes valores de las temperaturas a lo largo de nuestro año “tipo” y se realizara la integral térmica total.

La tabla que se va a mostrar a continuación tiene una serie de abreviaturas que es conveniente explicar para que al verlas no quede ningún tipo de dudas de lo que, significada cada cosa, siendo la unidad de medida los grados centígrados:

- tma: temperatura mínima absoluta.
- tmma: temperatura media de las mínimas absolutas.
- tmm: temperatura mínima media.
- tm: temperatura media.
- Tmm: temperatura máxima media.
- Tmma: temperatura media de las máximas absolutas.
- Tma: temperatura máxima absoluta.

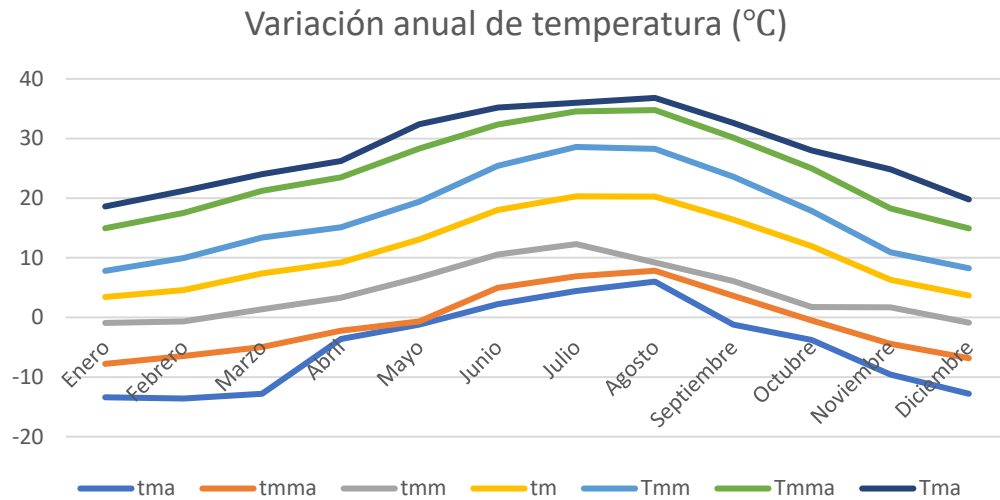
Tabla 3. Diferentes temperaturas del año “tipo”.

Fuente: Elaboración propia.

Meses	tma	tmma	tmm	tm	Tmm	Tmma	Tma
Enero	-13,4	-7,79	-0,93	3,42	7,8	14,96	18,6
Febrero	-13,6	-6,49	-0,66	4,58	9,97	17,5	21,2
Marzo	-12,8	-4,96	1,36	7,39	13,41	21,2	24
Abril	-3,6	-2,21	3,28	9,2	15,11	23,48	26,2
Mayo	-1,2	-0,69	6,68	13,06	19,42	28,29	32,4
Junio	2,2	4,98	10,52	18,20	25,4	32,34	35,2
Julio	4,4	6,88	12,29	20,3	28,58	34,54	36
Agosto	6	7,82	9,19	20,27	28,26	34,76	36,8
Septiembre	-1,2	3,6	6,09	16,41	23,6	30,15	32,6
Octubre	-3,8	-0,52	1,72	11,96	17,84	24,96	28
Noviembre	-9,6	-4,44	1,67	6,33	10,94	18,28	24,8
Diciembre	-12,8	-6,87	-0,88	3,68	8,24	14,92	19,8

Un dato que no se ha representado en la tabla y es conveniente conocer, se trata de la temperatura media anual siendo esta de 11,23 °C.

Para poder ver de forma clara la variación de los distintos tipos de temperatura definidas, se ha realizado una gráfica en el que se representa la variación de las temperaturas en los distintos meses que conforman el año.



Gráfica 1. Variación anual de la temperatura.
Fuente: Elaboración propia.

Además de las temperaturas citadas anteriormente, en este apartado también se incluirán la fototemperatura, la cual representa el valor medio de la temperatura diurna, y la nictotemperatura, que representa el valor medio de la temperatura nocturna. Estos dos datos termométricos se hallan mediante dos fórmulas empíricas:

$$\text{Fototemperatura} = T_{mm} - \frac{1}{4}x(T_{mm} - t_{mm})$$

$$\text{Nictotemperatura} = T_{mm} + \frac{1}{4}x(T_{mm} - t_{mm})$$

La tabla donde aparece tanto el valor medio de la temperatura diurna como el valor de la temperatura nocturna, aparece a continuación:

Tabla 4. Diferentes valores de fototemperatura y nictotemperatura a lo largo del año. Fuente: Elaboración propia.

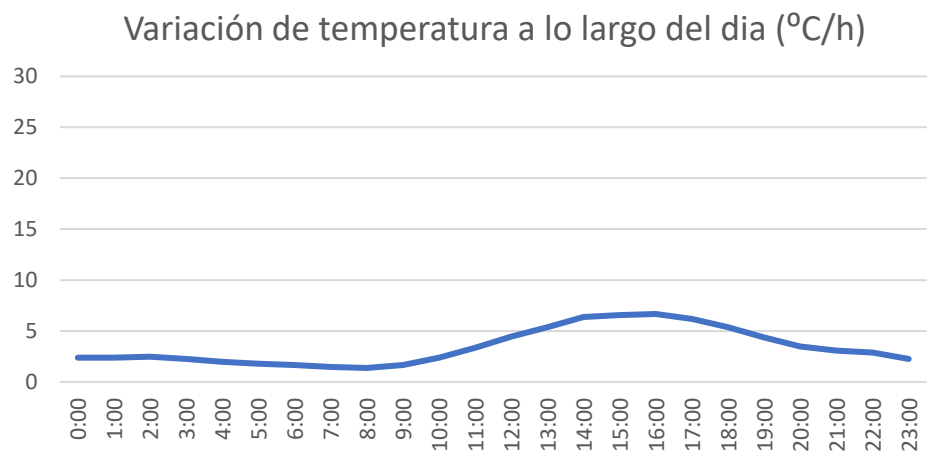
Meses	Fototemperatura	Nictotemperatura
Enero	5,62	1,25
Febrero	7,31	2,00
Marzo	10,40	4,37
Abril	12,15	6,24
Mayo	16,24	9,87
Junio	21,68	14,24
Julio	24,51	16,36
Agosto	23,49	13,96
Septiembre	19,22	10,47

Octubre	13,81	5,75
Noviembre	8,62	3,99
Diciembre	5,96	1,40

- Temperaturas medias diarias.

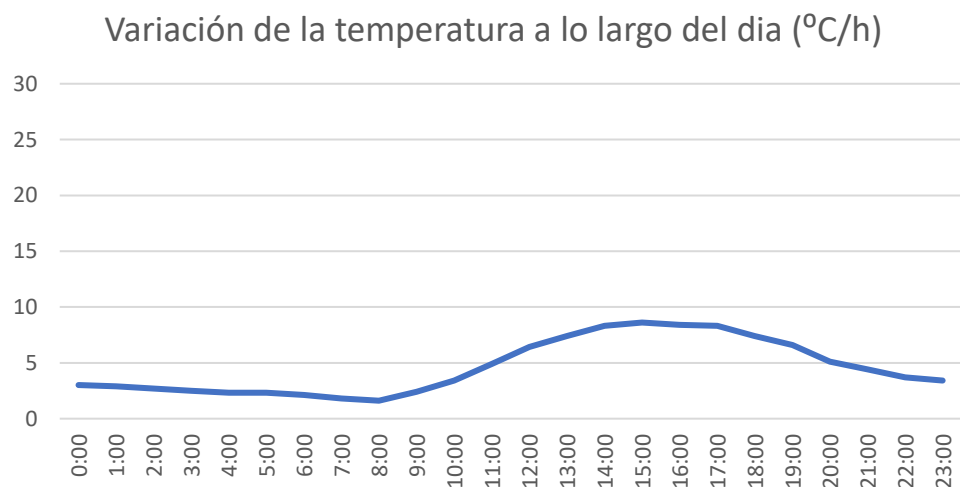
En este subapartado se muestran las diferentes variaciones de temperatura a lo largo de las horas del día de nuestro año tipo, el estudio de estas temperaturas es fundamental para determinar las necesidades térmicas de digestor anaerobio ya que, las temperaturas no permanecen constantes a lo largo del año.

- Enero.



Gráfica 2: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de enero. Fuente: Elaboración propia.

- Febrero.



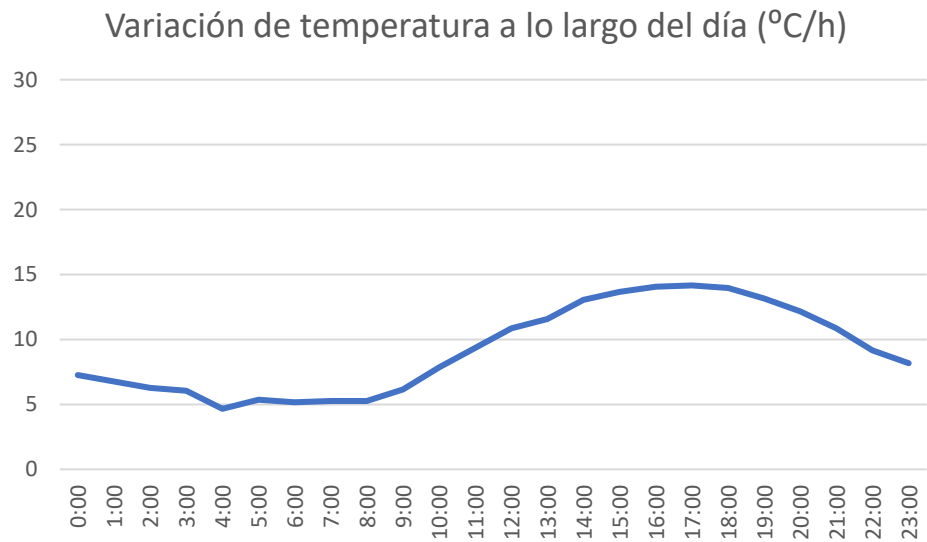
Gráfica 3: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de febrero. Fuente: Elaboración propia.

- **Marzo**



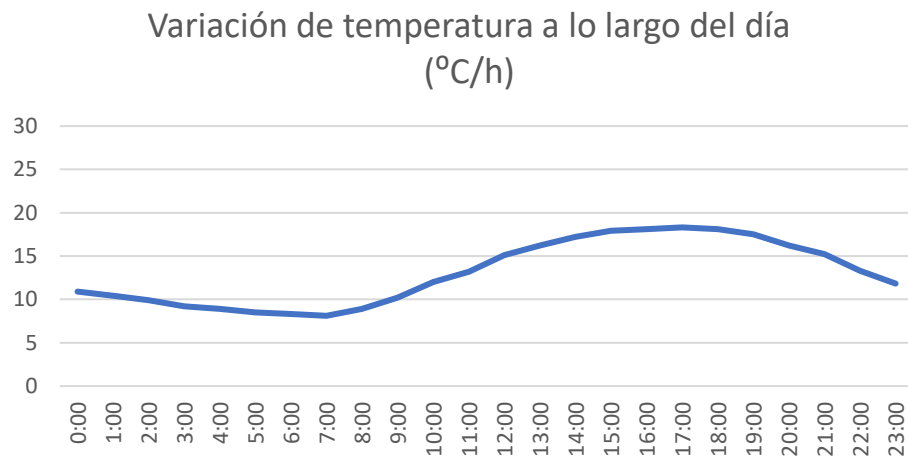
Gráfica 4: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de marzo. Fuente: Elaboración propia.

- **Abril.**



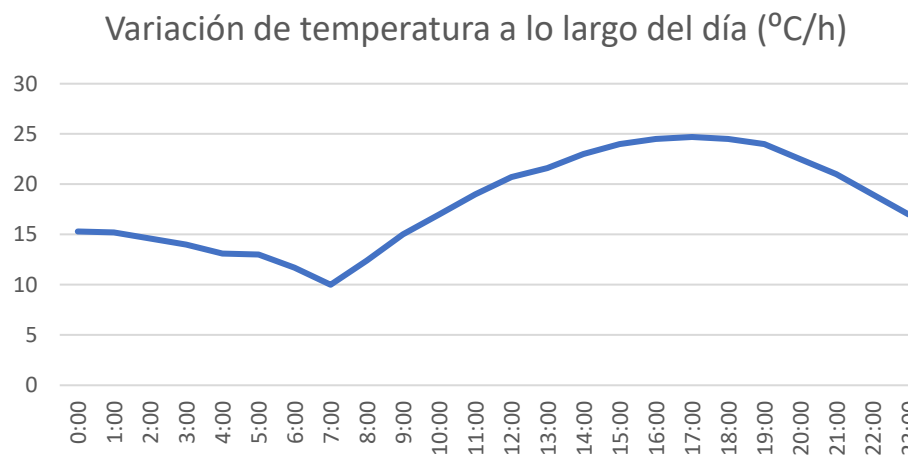
Gráfica 5: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de abril. Fuente: Elaboración propia.

- Mayo.



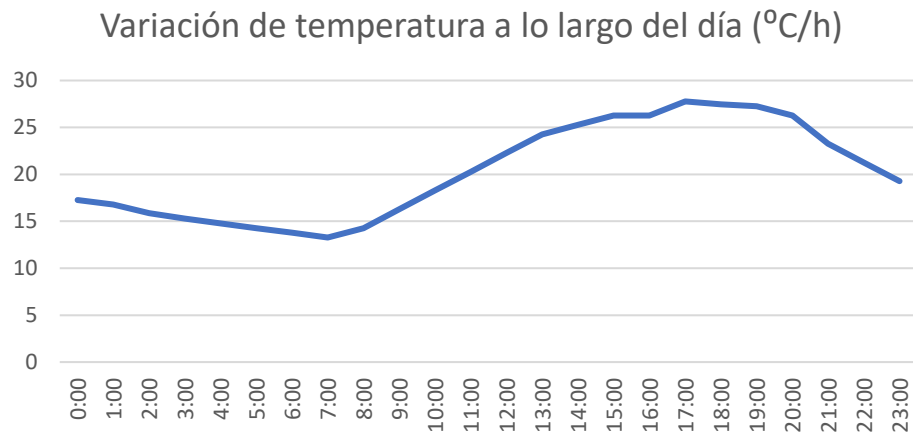
Gráfica 6: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de mayo. Fuente: Elaboración propia.

- Junio.



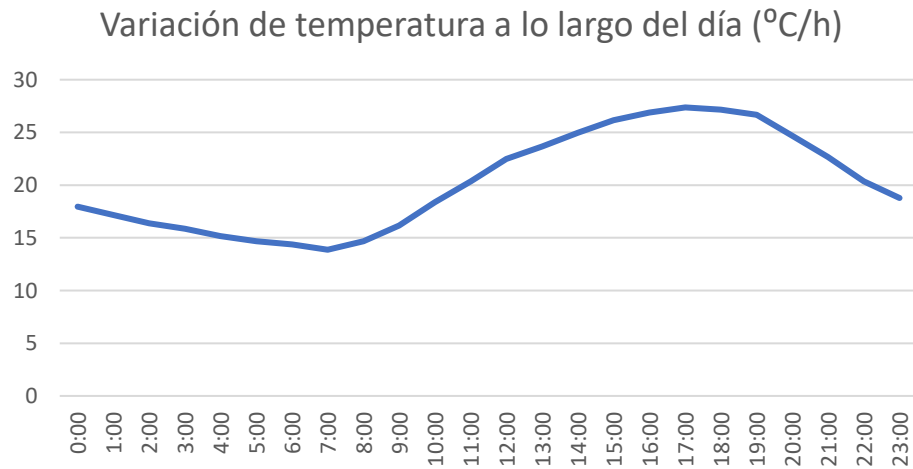
Gráfica 7: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de junio. Fuente: Elaboración propia.

- Julio



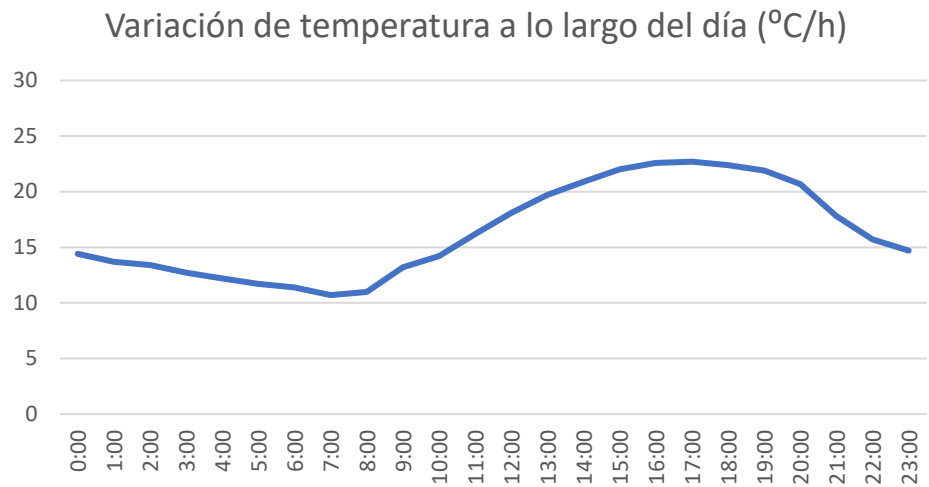
Gráfica 8: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes julio. Fuente: Elaboración propia.

- Agosto.



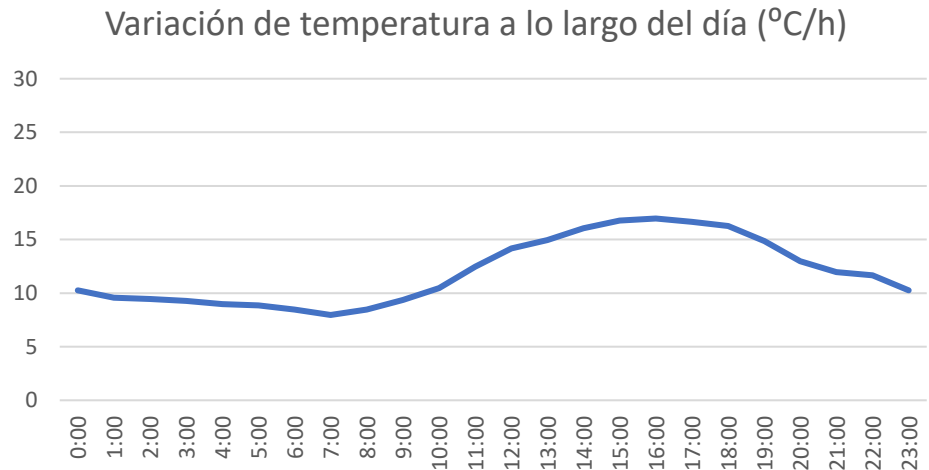
Gráfica 9: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes agosto. Fuente: Elaboración propia.

- Septiembre.



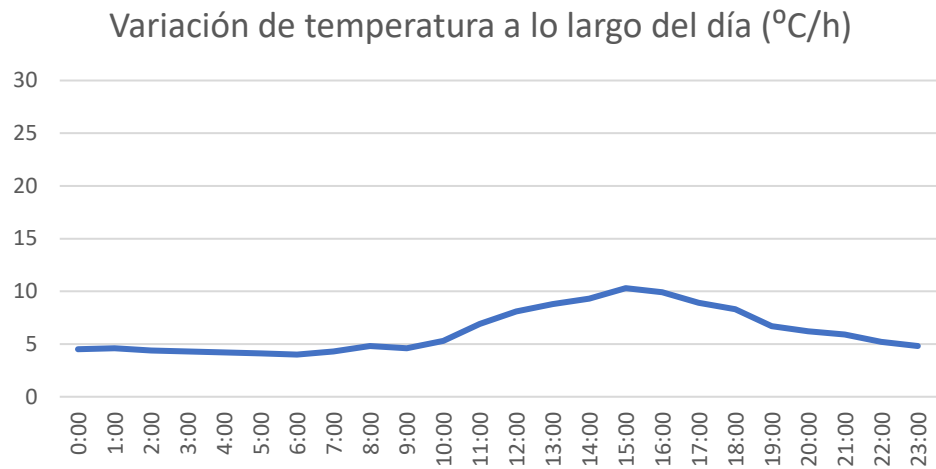
Gráfica 10: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) del mes de septiembre. Fuente: Elaboración propia.

- Octubre.



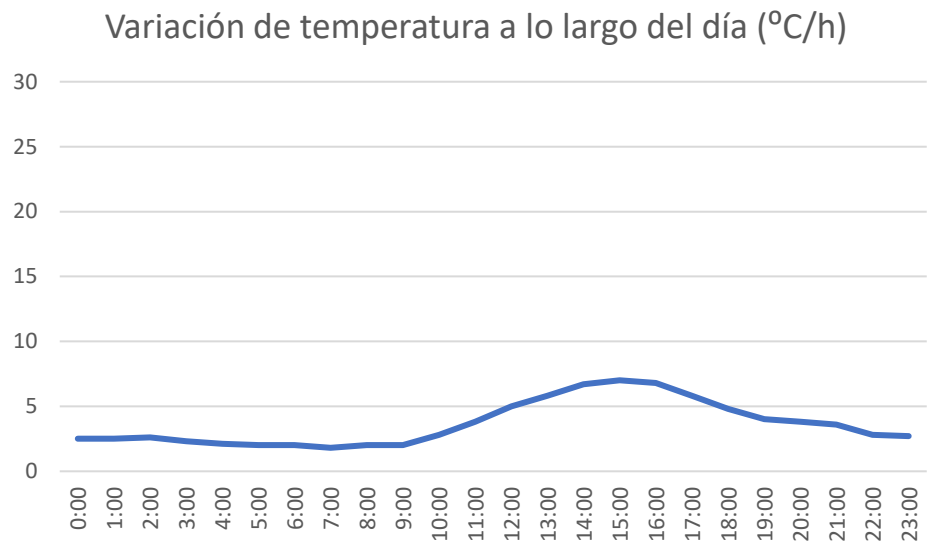
Gráfica 11: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de octubre. Fuente: Elaboración propia.

- **Noviembre.**



Gráfica 12: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes noviembre. Fuente: Elaboración propia.

- **Diciembre.**



Gráfica 13: Variación de temperatura a lo largo del día (°C/h) en el mes de diciembre. Fuente: Elaboración propia.

- Régimen de heladas.
En este subapartado se analizan el número medio de heladas por mes siendo este el siguiente:

Tabla 5. Número medio de heladas por mes.
Fuente: Elaboración propia.

Mes	Nº medio de días
Enero	17,3
Febrero	15,0
Marzo	10,7
Abril	4,5
Mayo	0,5
Junio	0,0
Julio	0,0
Agosto	0,0
Septiembre	1,5
Octubre	9,2
Noviembre	9,2
Diciembre	18,7

1.5. Elementos hídricos.

En este subapartado se van a mostrar una serie de datos hídricos, como son la precipitación media de cada mes y la anual del año tipo que se ha elaborado, la precipitación máxima de cada mes, el número medio de días que llueve a lo largo de los meses y la humedad relativa.

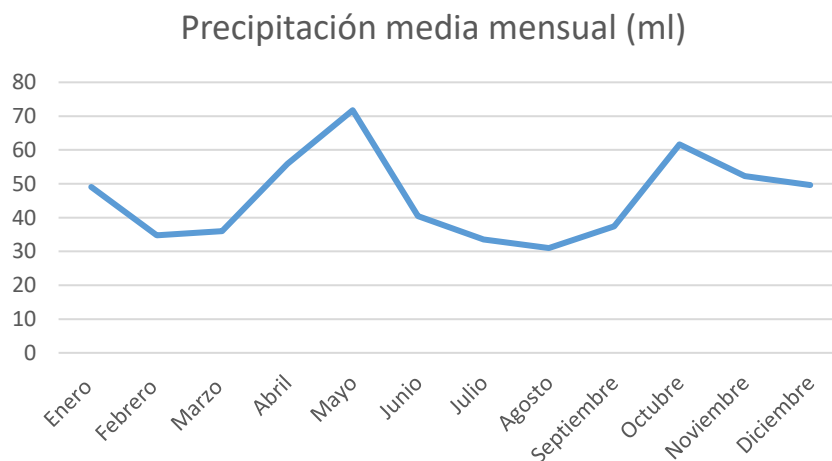
- Precipitación.
Los datos hídricos referidos a la precipitación se recogen en la siguiente tabla. También se incluirán los días de nieve ya que, la nieve se trata de la precipitación de pequeños cristales en forma de hielo.

Tabla 6. Datos referidos a la precipitación en el año “tipo”.
Fuente: Elaboración propia.

Meses	Días de lluvia	pp media (ml)	pp máxima diaria (ml)	Días de nieve
Enero	9,13	49,05	29,1	4,66
Febrero	6,73	34,77	38,4	4,2
Marzo	8,46	35,97	22,6	3,4
Abril	11,42	55,83	29,9	1,9
Mayo	13,21	71,75	33,5	0,071
Junio	7,35	40,43	47,8	0
Julio	5,64	33,5	50,3	0
Agosto	7	30,99	27,6	0
Septiembre	9,07	37,42	35,4	0
Octubre	12,42	61,66	32,8	0,14
Noviembre	11,07	52,24	30,3	2,57
Diciembre	10	49,66	26,3	3,73

Además de los datos recogidos en la tabla, conviene saber la precipitación media anual, que es de 46,10 ml, y la precipitación total a lo largo del año “tipo”, siendo esta de 553,27 ml.

Para una mejor representación de la precipitación media mensual se ha representado gráficamente para poder visualizarla con mayor facilidad.



Gráfica 14: Representación de la precipitación media anual del año “tipo”.
Fuente: Elaboración propia.

Se han estudiado también alguno de los parámetros estadísticos de la precipitación anual siendo la desviación típica de 0.2975 y la media de 44.74.

- Humedad relativa.

La humedad relativa se trata de la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría para poder saturarse a idéntica temperatura. Se trata de un factor el cual sirve para evaluar la comodidad térmica del cuerpo vivo que se mueve en un ambiente determinado. En la siguiente tabla se recoge la humedad relativa media de nuestro año tipo.

Tabla 7. Porcentaje de humedad relativa media mensual del año “tipo”.

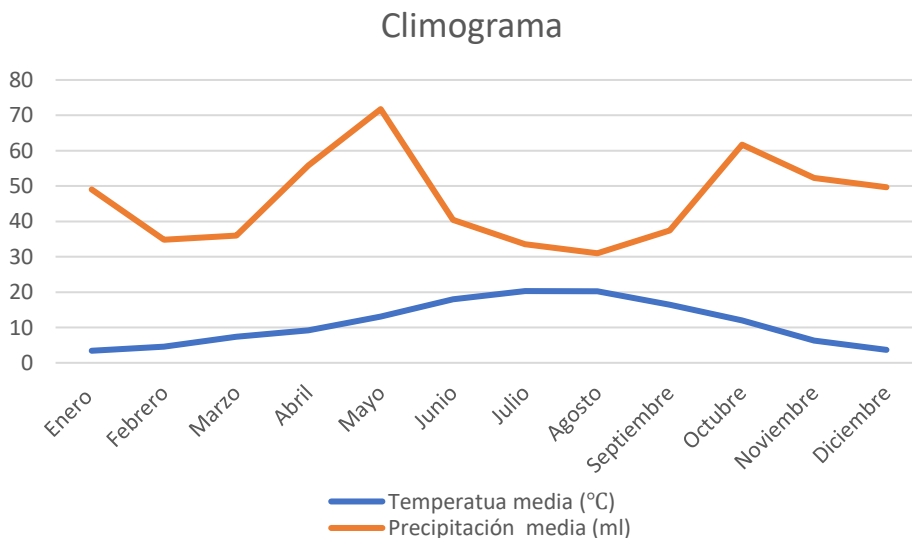
Fuente: Elaboración propia.

Mes	Humedad relativa del aire (%)
Enero	78,06
Febrero	68,6
Marzo	62,06
Abril	62,8
Mayo	60,8
Junio	53
Julio	48,2
Agosto	50,93
Septiembre	59
Octubre	67,6
Noviembre	73,8
Diciembre	76,33

Siendo el porcentaje de humedad relativa media anual del 63.43%.

- Climograma.

Un climograma se trata de una gráfica que representa sobre un mismo sistema de coordenadas la evolución de la temperatura y de la pluviosidad.



Gráfica 14: Representación de la precipitación media anual del año “tipo”.

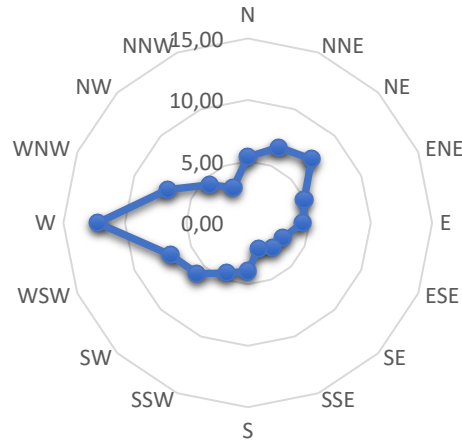
Fuente: Elaboración propia.

1.6. Elementos secundarios

- Vientos.

A continuación, se mostrará un diagrama representando la intensidad media del viento en función de los diferentes sectores en los que se fragmenta el círculo del horizonte, siendo estos:

Frecuencia de intensidad (%)



Gráfica 15: Diagrama de intensidad media del viento.
Fuente: Elaboración propia.

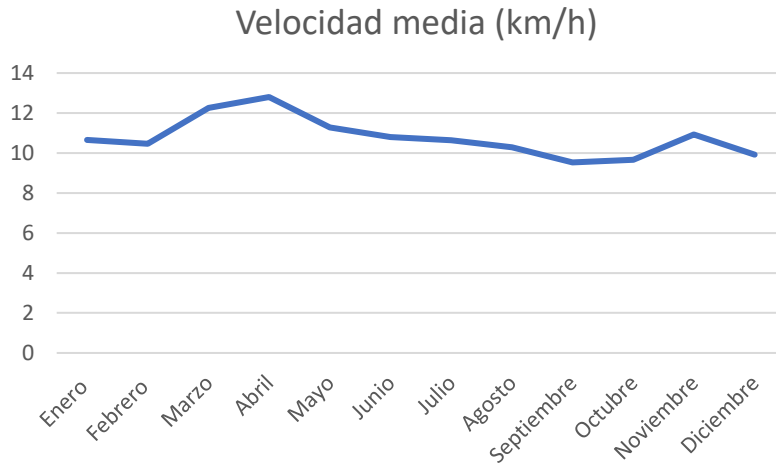
Como se puede observar en la anterior gráfica, la dirección del viento que predomina en nuestro emplazamiento es la dirección oeste (W).

La velocidad media del viento del año “tipo” en el emplazamiento que se ubicará el presente proyecto viene recogida por la siguiente tabla:

Tabla 8. Velocidad medial del viento del año “tipo”.
Fuente: Elaboración propia.

Meses	Velocidad media (km/h)
Enero	10,66
Febrero	10,46
Marzo	12,26
Abril	12,8
Mayo	11,28
Junio	10,8
Julio	10,64
Agosto	10,28
Septiembre	9,53
Octubre	9,66
Noviembre	10,93
Diciembre	9,92

En la siguiente gráfica se ha representado la variación de la tabla anterior con la finalidad de observar de manera más clara la variación de velocidad a lo largo del año.



Gráfica 16: Variación anual del viento en el año "tipo".

Fuente: Elaboración propia.

- Otros elementos.

En este punto se incluirán los datos climatológicos de menor importancia representándolos con una gráfica de barras para una mejor observación.

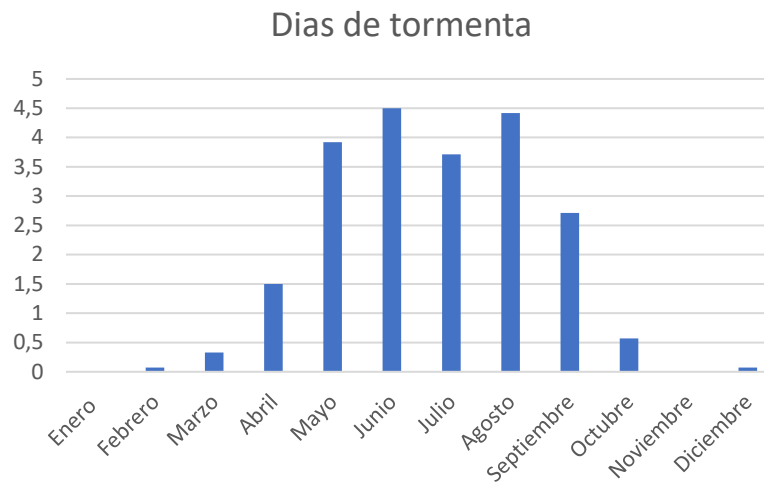
- Días de nieve.



Gráfica 17: Días de nieve en el año "tipo".

Fuente: Elaboración propia.

- Días de tormenta.



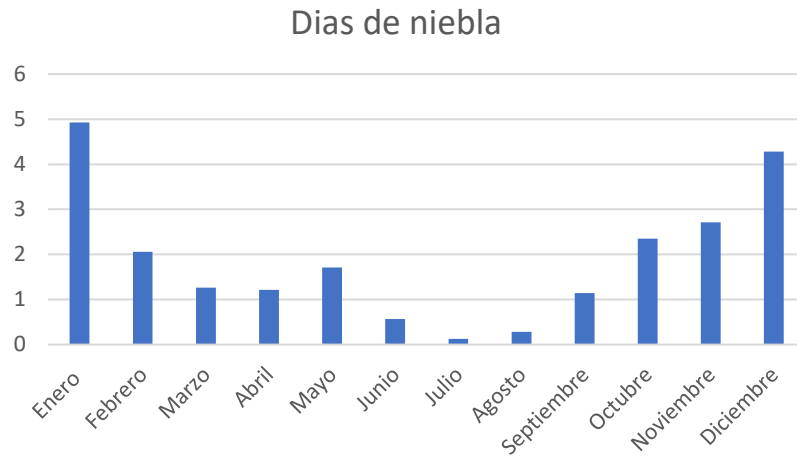
Gráfica 18: Días de tormenta en el año “tipo”.
Fuente: Elaboración propia.

- Días de escarcha.



Gráfica 19: Días de escarcha en el año “tipo”.
Fuente: Elaboración propia.

- Días de niebla.



Gráfica 20: Días de niebla en el año "tipo".
Fuente: Elaboración propia.

- Días de rocío.



Gráfica 21: Días de rocío en el año "tipo".
Fuente: Elaboración propia.

- Días de granizo.



Gráfica 22: Días de granizo en el año “tipo”.
Fuente: Elaboración propia.

1.7. Clasificaciones climáticas.

- Índices termopluviométricos.
Existen una elevada cantidad de clasificaciones climáticas a partir de distintos índices termopluviométrico de distintos autores.
 - Índice de LANG.
El índice de Lang se calcula a partir de la siguiente fórmula empírica:

$$I = \frac{P}{T}$$

Siendo:

- I: Índice de Lang.
- P: Precipitación media anual (mm)
- T: Temperatura media anual (°C).

El índice es 4,08 tratándose de una zona desértica puesto que el valor termopluviométrico se sitúa entre 0 y 20.

- Índice DE MARTONNE.
El índice DE MARTONNE se calcula mediante la siguiente fórmula empírica:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Donde P y T tienen la misma lectura que el índice anterior. El valor de este índice es de 2,16 tratándose de una zona desértica debido a que se sitúa en entre los valores de 0 y 5.

- Índice de DATIN-CERECEDA.
El índice de DATIN-MARTONNE se calcula con la siguiente fórmula empírica teniendo sus valores la misma lectura que los anteriores índices:

$$I = \frac{T}{P} \times 100$$

Por lo que el índice de DATIN-CERECEDA tiene un valor de 24,50 tratándose de un suelo subdesértico ya que el índice se encuentra por encima del valor 6.

- Índice de MEYER.
El índice de MEYER se calcula con la siguiente fórmula empírica:

$$I = \frac{P}{D}$$

Siendo:

- I: Índice de MEYER.
- P: Precipitación anual (mm).
- D: Déficit de saturación.

El déficit de saturación se calcula a partir de la siguiente fórmula empírica:

$$D = \frac{100 - H}{100} \times T$$

Siendo:

- H: Humedad relativa media del año "tipo" (%).
- T: Tensión máxima de vapor de agua, valor tabulado en función de la temperatura media (mmHg)

Por lo que el valor del índice de MEYER es de 12,51 tratándose de un suelo árido, un desierto o una estepa, debido a que el índice se encuentra entre los valores 0 y 100.

- Clasificación agroclimática UNESCO-FAO.

Esta clasificación considera los siguientes factores esenciales; temperatura, precipitación y el número de días de lluvia, y el estado higrométrico, la niebla, el rocío y la escarcha.

Se ponen en manifiesto los periodos que tienen una influencia, ya sea favorable y desfavorable, sobre la vegetación, es decir, periodos cálidos y fríos, secos y húmedos.

a) Mes cálido: julio y agosto

Periodo cálido: julio-agosto.

Se considera mes cálido a aquel que la temperatura media $t < 20$ °C

b) Mes frío: Ninguno.

Periodo frío: Ninguno.

Se considera mes frío a aquel que su temperatura media es $t < 0$ °C.

c) Mes seco: julio y agosto.

Periodo seco: julio y agosto.

Se considera mes seco a que en que la precipitación expresada en milímetros es igual o inferior al doble de la temperatura en grados centígrados.

d) Mes húmedo: enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Periodo húmedo: enero-junio/septiembre-diciembre.

Se considera mes húmedo a aquel en que su precipitación es mayor de dos veces su temperatura.

e) Mes subseco: junio, septiembre.

Se considera mes subseco a aquel que $2t < p < 3t$. Siendo la temperatura media y p la precipitación media.

Se encuentra en el grupo de climas cálidos, templado cálidos y templados y al tener la temperatura media del mes más frío entre los 10 y 0 °C podemos decir que con total certeza que es un clima templado. Además, el invierno es moderado ya que la temperatura media de mínimas del mes más frío está entre 3 °C y -1 °C.

En función de la sequía podemos decir que se trata de un clima mediterráneo ya que su periodo seco es de 1 a 8 meses, coincidiendo con la estación cálida de días más cortos.

2. Condicionantes externos.

Los condicionantes externos son aquellos condicionantes que no afectan al proyecto y no se puede influir en ellos de manera directa. Siendo estos:

- Población.
- Mano de obra.
- Infraestructuras.

La zona donde se ubica el proyecto se trata de una zona con una gran tradición agrícola-cerealista siendo la población de los municipios de alrededor escasa con una tendencia a su disminución debido a que la gente que habita en los núcleos cercanos tiende a emigrar a núcleos urbanos con mayor población. Los núcleos de población con mayor número de habitantes más cercanos son:

- Soria que cuenta con una población de alrededor de 39.000 habitantes a una distancia de 25 km.
- Almazán que cuenta con una población de alrededor de 5.000 habitantes a una distancia de 18 km.
- Ólvega con una población de alrededor de 3.500 habitantes a una distancia de 54 km.

- Agreda con una población de alrededor de 3.000 habitantes a una distancia de 65 km.
- El Burgo de Osma con una población de alrededor de 5.000 habitantes a una distancia de 70 km.

Por lo que la dificultad de encontrar mano de obra no es difícil, además de que no existen ningún tipo de problemas en lo referente a las vías de acceso, carreteras o caminos estando la ubicación donde se va a realizar el proyecto perfectamente comunicada situándose a 400 metros de la carretera SO-P-3001.

3. Condicionantes legales.

3.1. Normativa de carácter urbanístico.

La normativa urbanística aplicable al presente proyecto se trata de la normativa urbanística de planteamiento municipal del Cubo de la Solana la cual se aprobó con fecha del 2 de diciembre de 2004.

Refiriéndonos a la ficha de ordenación urbanística, la cual se sitúa en el anejo I, la parcela donde se va a situar el proyecto se trata de un suelo rústico, siendo la categoría de este suelo, suelo rústico común, esta categoría viene definida en el Artículo 3.3 de la normativa anteriormente mencionada.

Para la realización de la ejecución de las obras será necesaria una licencia urbanística. Esta imposición viene determinada por el Artículo 8.2: “Actividades sujetas a licencia” diciendo lo siguiente “Requieren de la obtención de licencia urbanística, sin perjuicio de las demás intervenciones públicas que procedan, los actos de uso del suelo que excedan de la normal utilización de los recursos naturales, y al menos los siguientes:” siendo el apartado a) el que nos atañe que dice “Construcciones e instalaciones de todas clases de nueva planta.”

En referencia a la licencia urbanística, el Artículo 8.3, que trata sobre el régimen general indica:

- a) Las licencias urbanísticas, en general, se registrarán por los artículos correspondientes de la Ley 5/1999 de 8 de abril, de urbanismo de Castilla y León y el Reglamento de Disciplina Urbanística.
- b) Las licencias se concederán, con carácter general, en función de las posibilidades o facultades que, para parcelar, urbanizar o edificar se señalan en esta norma.
- c) La denegación de la licencia deberá ser motivada y fundarse en el incumplimiento de estas Normas, de la legislación específica aplicable, o de la falta de cualquiera de los requisitos que deben de contener el proyecto o la solicitud.

Para el desarrollo de la actividad industrial es necesario realizar una licencia municipal, el Artículo 8.4 de la normativa urbanística que habla sobre el procedimiento que hay que llevar para el procedimiento y obtención de esta, enunciando lo siguiente:

- a) El procedimiento para la solicitud y obtención de la licencia municipal se ajustará a lo establecido en la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León según el artículo 99 de competencia y procedimiento.
- b) Las peticiones formuladas deberán de ser debidamente registradas y suscritas por el interesado y se dirigirá al señor alcalde, efectuándose su presentación en el registro general del ayuntamiento.
- c) Esta solicitud se presentará en el ayuntamiento acompañada del proyecto técnico correspondiente redactado por el técnico competente y debidamente visado por el Colegio Profesional Oficial correspondiente como requisito previo a su presentación en el citado Registro. Formato DIN A-4, sujeción a las normas UNE N^o 1.001 y 1.027.
- d) La solicitud deberá acompañarse de la siguiente documentación:
 - Ficha urbanística.
 - Licencia de parcelación.
 - Licencia de urbanización.
 - Licencia de edificación.
 - Licencia de primera ocupación, que será solicitada por el promotor o titular de la licencia ante el Ayuntamiento, la solicitud ira acompañada del documento de final de la obra.
 - Autorización municipal de la maquinaria e instalaciones auxiliares de obras, las cuales quedan sometidas a la dirección facultativa de la obra.
 - Licencia de obras.
 - Licencias de actividad y apertura de Industrias.

Además de los Artículos citados, los Artículos mas relevantes a la hora de la realización del presente proyecto son los siguientes:

- El Artículo 33. “Ámbito de aplicación” de la normativa urbanística enuncia que el suelo rustico está sujeto a las limitaciones establecidas en el Artículo 24 de la Ley 5/1999 de Urbanismo de Castilla y León.
- El Artículo 34: “Deberes y limitaciones del suelo rustico” enuncia que en el suelo rustico no se permitirá que las construcciones de instalaciones de nueva planta se sitúen a menos de 3 metros del límite exterior de los caminos, cabañas y demás vías públicas si dicho limite no estuviera definido a menos de 4 metros del eje de las citadas vías, sin perjuicio de las superiores limitaciones que establezca la legislación aplicable.
- El presente proyecto se puede llevar acabo en suelo rustico ya que el Artículo 36: “Suelo rustico común” enuncia que en los terrenos que el planteamiento urbanístico delimite como suelo rústico común, se aplicará el régimen mínimo de protección citado en el presente Artículo sin perjuicio de las superiores

limitaciones que establezca el propio planteamiento, el régimen mínimo de protección es aplicable a las construcciones e instalaciones vinculadas a explotaciones ganaderas, como es el caso del presente proyecto.

- Las condiciones de la edificación en suelo rústico común vienen determinadas por el Artículo 40: “Condiciones de la edificación en suelo rustico común “, más concretamente en al Artículo 40.3 que establece las condiciones de uso y volumen siendo estas:
 - Ocupación máxima del suelo: 20%.
 - Retranqueo mínimo: 10 metros.
 - Altura máxima de la edificación: 8 metros a cornisa y dos plantas.
 - Fachada mínima a camino rural o vía pública: 25 metros.
 - Parcela mínima: 1 hectárea.
 - Tratamiento estético: Todas las edificaciones entonaran con su entorno más inmediato y con el paisaje circundante.
 - Cargas: No producir carga alguna para el municipio y tener acceso a camino rural”.

3.2. Normativa sanitaria.

La normativa sanitaria que se debe cumplir se trata del Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano.

4.3. Normativa ambiental.

- El digestato que se genera una vez que el sustrato ha estado el tiempo de retención hidráulico en el digestor, no se considera residuo por lo que no habrá que aplicarla Ley 22/2011 de los suelos contaminados, esta afirmación viene precedida por el Artículo 4 afirmando lo siguiente:

“1. Una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, puede ser considerada como subproducto y no como residuo definido en el artículo 3, apartado a), cuando se cumplan las siguientes condiciones:

 - a) Que se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente.
 - b) Que la sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual.
 - c) Que la sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción.
 - d) Que el uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos, así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente.

2. La Comisión de coordinación en materia de residuos evaluará la consideración de estas sustancias u objetos como subproductos, teniendo en cuenta lo establecido en su caso al respecto para el ámbito

de la Unión Europea, y propondrá su aprobación al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino que dictará la orden ministerial correspondiente”.

En virtud con lo anteriormente citado, el digestato no se considerará residuo.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
El objeto de esta Ley se trata de “establecer las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental, con el fin de promover un desarrollo sostenible”.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Real Decreto 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
El objeto de este Real Decreto se trata de “evitar, o cuando ello no sea posible reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrados de la contaminación, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto”.

4.4. Normativa referente al uso de digestato.

Para el uso del digestato se deben tener en cuenta la siguiente normativa:

- Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.
Siendo el objeto de este Real Decreto “establecer las normas básicas por las que se regula la aplicación de medidas de ordenación sanitaria y zootécnica de las explotaciones porcinas, incluidas entre ellas la capacidad máxima productiva, las condiciones mínimas de ubicación, infraestructura zootécnica, sanitaria y los equipamientos, que permitan un eficaz y correcto desarrollo de la actividad ganadera en el sector porcino, conforme a la normativa vigente en materia de higiene, sanidad animal, bienestar animal de los animales y medio ambiente”.

Su Artículo 5.1.b indica que la gestión de los estiércoles de las explotaciones porcinas podrá realizarse mediante la valorización como abono órgano-mineral, donde la normativa establece requisitos como disponer de balsas de estiércol con unas determinadas características, respetar en la distribución del estiércol sobre el terreno unas determinadas distancias mínimas o acreditar ante el órgano competente de la comunidad autónoma, que disponen de superficie agrícola suficiente, propia o concertada, para la utilización de los estiércoles como fertilizantes cumpliendo el Real Decreto 261/1996 el cual limita la cantidad máxima de estiércoles y discrimina entre zonas vulnerables y no vulnerables.

- Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
El objeto de este real decreto se trata de “establecer la normativa básica en materia de productos fertilizantes y las normas necesarias de coordinación con las comunidades autónomas. Clasifica los fertilizantes según su origen y establece la cantidad mínima de nutrientes y materias orgánicas que deben contener para ser fertilizantes o mejoradores del suelo”. Este reglamento permite utilizar el digestato a granel sin que sea considerado fertilizante o mejorador del suelo.

4.5. Normativa referente a instalaciones de gas y equipos a presión.

Las instalaciones de gas instaladas en el presente proyecto deben de seguir la siguiente normativa:

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
Este Real Decreto tiene como objeto “establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones de distribución y utilización de combustibles gaseosos y aparatos de gas, con la finalidad de preservar la seguridad de las personas y los bienes. Además de cumplir los requisitos impuestos por este Real Decreto se deben de cumplir las instrucciones técnicas complementarias siguientes:
 - ITC-ICG 07 “Instalaciones receptoras de combustibles gaseosos”
 - TC-ICG-08 “Aparatos de gas”.
 - ITC-ICG-09 “Instaladores y empresas instaladoras de gas”.
 - ITC-ICG-11 “Normativa de referencia” (Normas UNE)”.
- Reglamento 2016/426 del Parlamento y del Consejo sobre de 9 de marzo de 2016 sobre los aparatos que queman combustibles gaseosos y por el que se deroga la directiva 2009/142/CE.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
El objeto de este reglamento se trata de “el establecimiento de normas y criterios de seguridad para la adecuada utilización de los equipos a presión con relación a los campos que se definen en el ámbito de aplicación de este reglamento”.

4.6. Normativa referente a la generación de energía eléctrica.

Haciendo referencia a la generación eléctrica en el presente proyecto la normativa aplicable es la siguiente:

- Ley 6/2014, de 12 de septiembre, de Industria de Castilla y León.
El objeto de esta Ley se trata de “establecer, en el ámbito de las competencias de la Comunidad Autónoma, el marco normativo regulador del ejercicio de la actividad industrial en Castilla y León, y el fomento de la misma”.

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
Siendo el objeto de la misma “establecer las bases de ordenación del sector industrial, así como los criterios de coordinación entre las Administraciones públicas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 149.1.1.ª y 13.ª de la Constitución Española”.

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
Este Real Decreto tiene como objeto establecer lo siguiente:
 1. “Las condiciones administrativas, técnicas y económicas para las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
 2. La definición del concepto de instalaciones próximas a efectos de autoconsumo.
 3. El desarrollo del autoconsumo individual y colectivo.
 4. El mecanismo de compensación simplificada entre déficits de los autoconsumidores y excedentes de sus instalaciones de producción asociadas.
 5. La organización, así como el procedimiento de inscripción y comunicación de datos al registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica”.

Este Real Decreto, en concreto, deroga El Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo, salvo los apartados 1 al 4 y 7 de la disposición adicional primera y las disposiciones adicionales segunda, quinta y sexta y la disposición transitoria séptima.

La disposición adicional primera del Real Decreto 900/2015 trata sobre las Instalación de cogeneración asociadas a un consumidor, los puntos de la presente disposición que afectan al proyecto son los siguientes puntos:

- Punto 1: “Los titulares de las instalaciones de producción de cogeneración y su consumidor asociado de calor y electricidad podrán compartir exclusivamente las instalaciones de conexión a la red de transporte o distribución”.

- Punto 2: “Los titulares de las instalaciones de producción de cogeneración de energía eléctrica podrán optar por vender toda su energía neta generada, o acogerse a las modalidades de autoconsumo tipo 2 en las condiciones establecidas en este Real Decreto. La permanencia en una modalidad de venta de energía deberá ser, al menos, de un año”.

- Punto 4: “Los titulares de instalaciones de producción de cogeneración de energía eléctrica que opten por vender toda su energía neta generada deberán disponer de:
 - a) Un equipo de medida bidireccional que mida la energía neta generada.
 - b) Un equipo de medida que registre la energía horaria consumida por el consumidor asociado.”

El Artículo 2 “Ámbito de aplicación” dice que lo dispuesto en este real decreto resulta de aplicación a las instalaciones y sujetos acogidos cualquiera de las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que se encuentren conectados a las redes de transporte o distribución.

El Artículo 4 “Clasificaciones de modalidades de autoconsumo” enuncia que divide la modalidad de suministro con autoconsumo siendo el caso del presente proyecto la modalidad con excedentes no acogida a compensación, no se puede tratar de una modalidad con excedentes acogida a compensación debido a que la potencia de las instalaciones de producción asociadas es superior a 100 kW. Además, se clasifica como individual ya que únicamente se trata de un consumidor, explotación porcina, el que está asociado con las instalaciones de generación de energía eléctrica.

El Artículo 7 “Acceso y conexión a la red en las modalidades de autoconsumo enuncia “que, en relación con las instalaciones de consumo, los consumidores deberán de disponer de permisos de acceso y conexión para cada una de las instalaciones de producción asociadas a las de consumo de las que sea titulares”.

El Artículo 8 “Contratos de acceso en las modalidades de autoconsumo” enuncia “para acogerse a cualquier modalidad de autoconsumo, los consumidores que no dispongan de contrato de acceso para sus instalaciones de consumo deberán de suscribir un contrato de acceso a la empresa distribuidora directamente o a través de la empresa comercializadora”.

De acuerdo con este artículo, se formalizará un único contrato de acceso conjunto para los servicios auxiliares y para el consumidor asociado debido a que se cumplen los siguientes requisitos:

- a) “Las instalaciones de producción están conectadas en la red interior del consumidor”.
- b) “El consumidor y los titulares de la producción se trata de la misma persona jurídica”.

El Artículo 9 “Contratos de suministro de energía en las modalidades de autoconsumo” se podrá suscribir un único contrato de suministro conjunto, servicios auxiliares y para el consumo asociado debido a que este artículo enuncia lo siguiente “si se suscribiera un único contrato de acceso conjunto para

los servicios auxiliares de producción y para el consumo asociado, el titular de este podrá suscribir un único contrato de suministro.”

Referente a la liquidación y facturación, el Artículo 15 “Liquidación y facturación en la modalidad de autoconsumo” exponen lo siguiente:

1. “Los sujetos que adquieran la energía horaria consumida de la red a través de una empresa comercializadora liquidarán su energía conforme a lo pactado entre las partes mensualmente con base en lecturas reales de resolución horaria y su normativa de aplicación”.
2. “La empresa comercializadora realizará al consumidor la facturación por el peaje de acceso a las redes y cargos del sistema eléctrico correspondientes, desglosando estos conceptos en la factura. La empresa comercializadora dará a las cuantías recaudadas el destino previsto en la normativa”.
3. “Para la liquidación de la energía horaria excedentaria vertida por las instalaciones de producción acogidas a la modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, se aplicará la normativa general de la actividad de producción”.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

El objeto de esta Ley se trata de “establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica y adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste”.

- Real Decreto-Ley 15/2018, de 9 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

En este Real Decreto-Ley se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo definidas en el Artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector eléctrico, entendiéndose como autoconsumo “el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos “. Por lo que actualmente, se distinguen dos modalidades de autoconsumo, la que se refiere el proyecto se trata de la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, que anteriormente se denominaba modalidad de autoconsumo tipo 2.

El apartado 2 del presente Artículo dice “Reglamentariamente se desarrollará el concepto de instalaciones próximas a efectos de autoconsumo. En todo caso se entenderán como tales las que estén conectadas en la red interior de los consumidores asociados, estén unidas a estos a través de líneas directas o estén conectadas a la red de baja tensión derivada del mismo centro de transformación”

El apartado 5 del presente Artículo dice que “La energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos estará exenta de todo tipo de cargos y peajes. En el caso en que se produzca transferencia de energía a través de la

red de distribución en instalaciones próximas a efectos de autoconsumo se podrán establecer las cantidades que resulten de aplicación por el uso de dicha red de distribución. Los excedentes de las instalaciones de generación asociadas al autoconsumo estarán sometidos al mismo tratamiento que la energía producida por el resto de las instalaciones de producción, al igual que los déficits de energía que los autoconsumidores adquieran a través de la red de transporte o distribución estarán sometidos al mismo tratamiento que los del resto de consumidores.”

4.7. Normativa referente a instalaciones eléctricas.

Las instalaciones eléctricas presentes en la instalación deben de cumplir con la siguiente normativa:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
El objeto de este reglamento tiene como objeto “establecer las condiciones técnicas y garantías de seguridad a que han de someterse las instalaciones eléctricas de alta tensión, a fin de:
 - a) Proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.
 - b) Conseguir la necesaria calidad en los suministros de energía eléctrica y promover la eficiencia energética.
 - c) Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
 - d) Facilitar desde la fase de proyecto de las instalaciones su adaptación a los futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.”
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
Este Real Decreto tiene como objeto “El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:
 - a) Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
 - b) Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
 - c) Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones”.

4.8. Normativa referente a instalaciones de protección contra incendios.

En las zonas del proyecto donde sea necesario la instalación de equipos de protección contra incendio, estos deben de seguir las siguientes normas:

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
Este Real Decreto tiene como objeto “la determinación de las condiciones y los requisitos exigibles al diseño, instalación/aplicación, mantenimiento e inspección de los equipos, sistemas y componentes que conforman las instalaciones de protección activa contra incendios”.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
Este Real Decreto tiene como objeto “establecer las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes”.

3.7. Fondo de carbono para una economía sostenible.

El presente proyecto recibirá las ayudas económicas del Proyecto Clima Fondo de Carbono para una Economía Sostenible. Este fondo, ha sido creado en el Artículo 91 de la Ley 2/2001, de 2 de marzo, de Economía Sostenible, el cual se encuentra adscrito a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Esta Secretaría tiene como objeto generar actividad económica baja en carbono y contribuir a l cumplimiento de los objetivos y compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asumidos por España, mediante la adquisición de créditos de carbono, promoviendo actuaciones de ámbito nacional.

Según el Artículo 91 de esta Ley “el fondo se dedicará a la adquisición de créditos de carbono, en especial los derivados de proyectos realizados o promovidos por empresas en el marco de los Mecanismos de Flexibilidad del Protocolo de Kioto en los términos establecidos reglamentariamente, con la finalidad de incentivar la participación de las empresas españolas en dichos mecanismos. El Fondo se destinará de manera preferente a proyectos de eficiencia energética, energías renovables y gestión de residuos y aquellos que representen un elevado componente de transferencia de tecnología en el país donde se lleven a cabo. Para la certificación de las reducciones de emisiones de los proyectos se atenderá a las normas internacionales que las regulen, en función de su naturaleza.

El Real Decreto 1494/2011, de 24 de octubre, regula el Fondo de carbono para una Economía Sostenible, siendo el objeto de este Real Decreto regular la actividad y organización del Fondo previsto en la Ley anteriormente mencionada.

Así mismo, no se contabilizará entre sus actividades la producción de biogás como combustible alternativo, es decir, no se contabilizará la reducción de emisiones asociadas al autoconsumo del biogás.

El precio de compra que fija dicho proyecto es de 9,7 €/t CO₂, siendo la duración del contrato de 4 años.

4. Analítica de purín.

4.1. Introducción.

Antes de la realización del proyecto, el promotor realizó un informe analítico para determinar la cantidad de materia seca que posee el purín generado en dicha explotación.

El porcentaje de materia orgánica que determina esa analítica es la que se va a tener en cuenta para determinar el potencial de biogás que puede ser generado a partir del purín de la explotación, y por consiguiente la estimación de energía eléctrica que es capaz de generar el purín.

4.2. Analítica de purín.

A continuación, se muestra toda la información determinada a partir de la analítica de purín realizada.

AGROLAB IBÉRICA S.L.U.

C/ López Bravo 15 - Nave A7
Pol. Ind. Villalonguejar 09001 BURGOS
Tel. 947 481 192
email: bur@agrolab-iberica.com

Ctra. de Valencia, nº205
43008 TARRAGONA
Tel. 977 551 114
email: tgn@agrolab-iberica.com



COPISO SORIA SOC.COOP
Avda. Valladolid nº 105
Soria
42005 Soria

Fecha 09.10.2018
Nº cliente 10000308952

INFORME ANALÍTICO 146596 - 293383

Descripción 146596
No. Muestra 293383
Fecha de recepción 28.09.2018
Fecha de toma de muestra 27.09.2018
Muestreador Cliente *
Referencia del Cliente Purín EL CUBO
27/09/2018
Cantidad: 2L

	Unidad	Valor en MS	Normativa	Método
Parámetros Agronómicos				
Amonio (N)	%	4,98		DIN 38406-5 (E 5)(OB) u)
Materia Seca	%	3,1		DIN 38414-3 (S 3)(OB) u)
Nitrógeno total (N)	%	6,56		DIN ISO 13878(OB) u)
Fósforo (como P2O5)	%	5,53		DIN EN ISO 11885(OB) u)
Potasio (como K2O)	%	5,16		DIN EN ISO 11885(OB) u)

Los resultados marcados con * se expresan sobre la materia original, todos los demás, sobre la materia seca.

u) Ensayo acreditado en el laboratorio del Grupo Agrolab donde se ha analizado.

Laboratorio del Grupo Agrolab**Análisis realizado por**

(OB) AGROLAB Laboratorio Bruckberg, Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, acreditado según ISO/IEC 17025:2005, número de acreditación: D-PL-14289_01_00

Métodos

DIN ISO 13878; DIN 38406-5 (E 5); DIN 38414-3 (S 3); DIN EN ISO 11885

Inicio de análisis: 28.09.2018

Final de análisis: 09.10.2018

Todos los análisis han sido realizados en el centro de trabajo de Burgos a no ser que explícitamente se indique lo contrario.

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

El presente informe sólo da fe de la muestra analizada. La descripción, identificación y referencia de la muestra analizada han sido facilitadas por el cliente.

AGROLAB IBERICA Pablo Castilla, Tel. /947481192

t

ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE ANEJO III: ALTERNATIVAS PLANTEADAS

1.Tipo de digestor a utilizar.....	1
1.Introducción.....	1
2.Digestores de laguna cubierta.....	1
3.Digestores de flujo pistón.....	2
4.Digestores de mezcla completa.....	3
2.Plan productivo.....	4
2.1. Introducción.....	4
2.2. Digestión anaerobia del purín.....	4
2.3. Co-digestión.....	4
3.Tecnología de cogeneración a utilizar.....	5
3.1. Introducción.....	5
3.2. Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel.....	6
3.3. Cogeneración con turbinas de gas.....	7
3.4. Cogeneración con turbina de vapor.....	8
3.5. Cogeneración en ciclo combinado.....	9
3.6. Trigeneración.....	10

1.Tipo de digestor a utilizar.

1.Introducción.

Las alternativas que vamos a describir a continuación se tratan de digestores anaeróbicos húmedos. No se describirán los digestores anaeróbicos de tipo seco ya que este tipo de digestores funcionan con un porcentaje óptimo de sólidos totales de un 40% y el porcentaje de sólidos totales del purín de cerdo se encuentra en un máximo del 20%. Por ello, seleccionaremos una alternativa de la digestión anaeróbica húmeda.

2.Digestores de laguna cubierta.

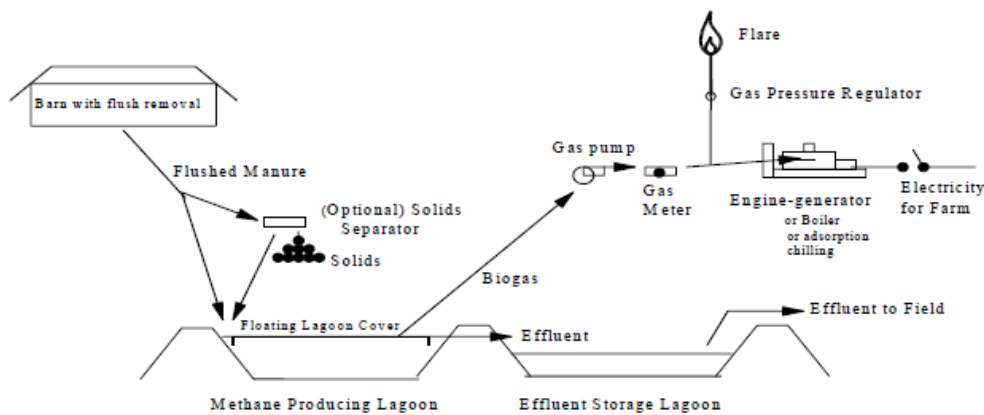
Los digestores de laguna cubierta están formados por una cubierta flotante ubicada en una laguna donde se almacenan las deyecciones de los animales. El diseño más común de estos digestores incluye dos lagunas conectadas. La laguna principal se usa para el tratamiento biológico de las deyecciones de los animales, con el objetivo de la producción de biogás. En esta laguna se encuentra la cubierta flotante, encargada de recoger todo el biogás que se desprende de dicha laguna.

La segunda laguna se utiliza para recoger las deyecciones que han sido utilizadas para la obtención de biogás. La finalidad de estas es su aplicación a tierras de cultivo.

La laguna primaria es anaeróbica y se opera a volumen constante con el objetivo de poder maximizar el tratamiento biológico, la producción de metano y el control de olores. La laguna secundaria se planifica como almacenamiento de volumen variable para recibir el efluente de la laguna primaria.

Imagen 1. Diagrama de digestor de laguna cubierta.

Fuente: Biomethane from Dairy Waste.



Si se desea operar con estos digestores, se debe de tener en cuenta lo siguiente

- **Suelo y cimentación:** Estas lagunas deben de ser siempre impermeabilizadas y colocadas en terrenos de permeabilidad lenta o moderada, evitando su construcción en suelos de grava y suelos poco profundos sobre rocas fracturadas o cavernosas.

- Profundidad: Este tipo de digestor se realiza sobre el suelo, es decir, es necesaria la realización de una excavación. La profundidad es importante sobre todo en la laguna principal debido a que promueve a mantener el crecimiento bacteriano.
- Tiempo de retención hidráulica: Estos digestores requieren de tiempos elevados de retención hidráulicos debido a la falta de mezcla y ausencia de calentamiento.
- Sólidos volátiles: Admiten una baja cantidad de sólidos totales.
- Adecuado para efluentes líquidos ganaderos fácilmente biodegradables con poca materia particulada.
- Se trata del biodigestor que posee menor impacto visual.
- Baja inversión.

3. Digestores de flujo pistón.

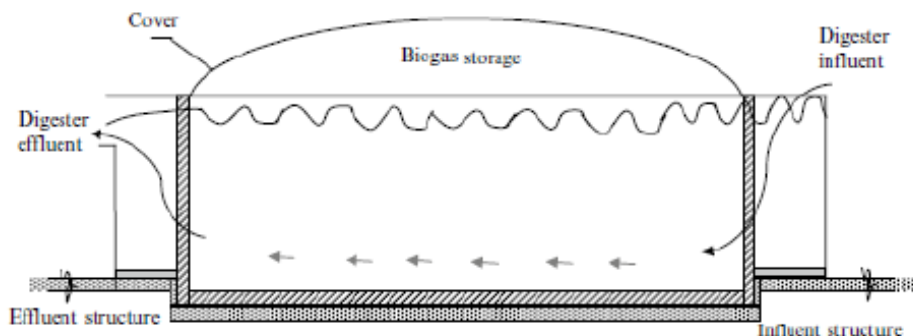
Estos digestores están formados por canales excavados en la tierra recubiertos de hormigón y por una cubierta en la superficie para recolectar el biogás que se produce en su interior.

Estos digestores se suelen utilizar para digerir el estiércol de animales rumiantes, siendo posible su recolección de forma semisólida, alrededor de 25% de sólidos totales, con una contaminación mínima.

A continuación, se muestra una imagen de la apariencia que poseen estos digestores húmedos.

Imagen 2. Imagen de digestor de flujo pistón.

Fuente: Biomethane from Dairy Waste.



Si se desea operar con un digestor de flujo pistón se deberá de tener en cuenta lo siguiente:

- Tanque de mezcla: El tanque de mezcla puede ser redondo, cuadrado o rectangular.
- Tiempo de retención hidráulica: El tiempo de retención hidráulica suele ser sobre unos 20-30 días cuando la temperatura en su interior óptima.
- Intercambiador de calor: Se requiere de un intercambiador de calor para mantener la mezcla de digestión a la temperatura óptima de diseño.
- Sólidos volátiles: Este digestor admite mayor carga de sólidos volátiles que la laguna cubierta.
- Es adecuado para efluentes líquidos ganaderos con materia particulada.

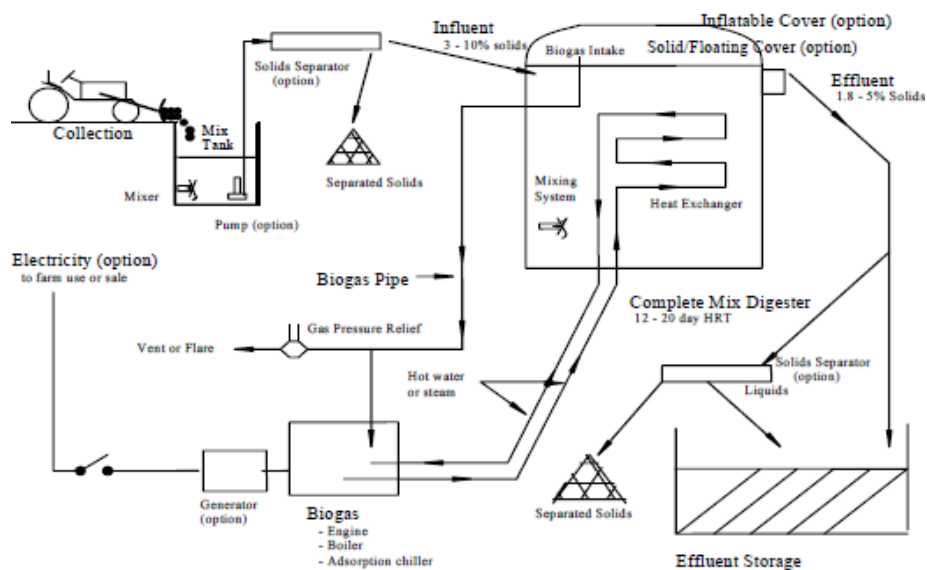
4. Digestores de mezcla completa.

Un digestor de mezcla completa se trata comúnmente de un cilindro de acero/ hormigón en cuyo interior se encuentra un agitador. La parte de la cubierta puede ser del mismo material que el cilindro o tratarse de una cubierta de membrana.

El digestor de mezcla completa se trata unidad de tratamiento biológico de temperatura controlada, volumen constante y mezcla mecánica que se encarga de descomponer anaeróbicamente la concentración media de estiércol animal. Además, cabe destacar que el sustrato se encuentra biológicamente estabilizado.

Este digestor está diseñado para maximizar la producción de biogás como fuente de energía. El proceso anaeróbico optimizado da como resultado la estabilización biológica de los efluentes y el control del mal olor.

Imagen 3. Diagrama de digestor de mezcla completa. Fuente: Biomethane from Dairy Waste.



A la hora de operar con estos digestores, se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- Concentración óptima de sólidos: El rango de operación, para la concentración de sólidos influentes en un digestor de mezcla completa, es de 3% a 10% de sólidos. Sin embargo, la concentración óptima es de 6% a 8% de sólidos.
- Tanque de mezcla: El tanque de mezcla puede ser cilíndrico, cuadrado o rectangular, pero generalmente se trata de un tanque cilindro para evitar las zonas muertas.
- Tiempo de resistencia hidráulica: El tiempo de resistencia hidráulico de este tipo de digestores es de aproximadamente de 20 días produciendo un 60%-70% del rendimiento total del metano.
- Intercambiador de calor: En este tipo de digestores hay que utilizar un intercambiador de calor para calentar y mantener la mezcla a la temperatura de diseño.
- El coste de inversión es mayor.
- Es adecuado para efluentes líquidos ganaderos con materia particulada y para la cogestión con residuos agrícolas.
- Admite mayor carga de solidos volátiles que la laguna cubierta, similar al flujo pistón, pero mayor rendimiento de eliminación.

2. Plan productivo.

2.1. Introducción.

En este apartado se indicarán las posibles alternativas de los planes productivos que se pueden establecer.

Los planes productivos más factibles para el proyecto se tratan, por un lado, de la digestión anaerobia de únicamente del purín generado por los animales de la explotación, y, por otro lado, la digestión anaerobia de dos subproductos siendo estos la paja de cereal y el purín de los animales, lo que es denominado co-digestión.

2.2. Digestión anaerobia del purín.

En esta alternativa, el biogás únicamente se produce de una sustancia, el purín generado por los animales de la explotación. Esto se traduce en que únicamente hay una línea de entrada al digestor anaerobio. Esto conlleva un menor coste de inversión, puesto que los equipos a implementar y construcciones a realizar son menores.

2.3. Co-digestión.

Esta alternativa consiste en el tratamiento conjunto de dos o más residuos. En el caso del presente proyecto se trata de un residuo, purín, y un subproducto, la paja de trigo. Estos productos complementan químicamente aumentando el equilibrio del proceso, la estabilidad y la producción de biogás. La principal ventaja que posee la co-digestión es que permite compensar las carencias que las sustancias poseen por separado.

En esta modalidad se presentan dos líneas de obtención del biogás, purín y paja, las cuales se unirán en un proceso previo.

Con este plan productivo aumentará el coste de inversión debido a que habría que realizar la construcción de un tanque de mezclado, para el mezclado de ambos sustratos, y la instalación de tres equipos auxiliares adicionales, dosificador de paja, elevador y agitador,

3. Tecnología de cogeneración a utilizar.

3.1. Introducción.

Cogeneración significa la producción simultánea de dos o más tipos de energía. Normalmente las energías generadas son electricidad y calor, aunque puede ser también energía mecánica.

La generación simultánea de ambas energías se da gracias a la termodinámica. La termodinámica obliga a la evacuación de calor en todo proceso térmico de producción de electricidad. Esto es debido a que todo calor absorbido no puede transformarse en trabajo y el gran objetivo de la cogeneración es que ese calor no se pierda.

Las principales características que diferencian a la cogeneración respecto a los sistemas convencionales de producción eléctrica son:

- Se aprovechan varios tipos de energía, por lo que tiene un potencial de rendimiento mayor que una central convencional. Además, posee otras ventajas como la dependencia de combustibles, menor coste de producción y reducción del impacto ambiental.
- La cogeneración produce la energía donde la consume, esto se traduce en menores pérdidas por transporte y aumenta la autonomía de las fábricas.

Debido a la generación de ambas energías, en una planta de cogeneración siempre habrá dos tipos de equipos:

- Principales: Estos equipos definen el tipo de ciclo, rendimientos, combustibles que se necesitan y todas las características principales.
- Auxiliares: Estos equipos tienen la función de asegurar las necesidades de los equipos principales.

Existe también otro término como es el motor primario, este motor es la máquina térmica básica que da origen al proceso. En función de los equipos principales y primarios se pueden definir los siguientes ciclos:

- Turbina de gas en ciclo simple para secado o con caldera.
- Motor de gas con ciclo simple para secado o con caldera.
- Caldera con turbina de vapor.
- Ciclo combinado de turbina de gas.
- Ciclo combinado de motores.

3.2. Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel.

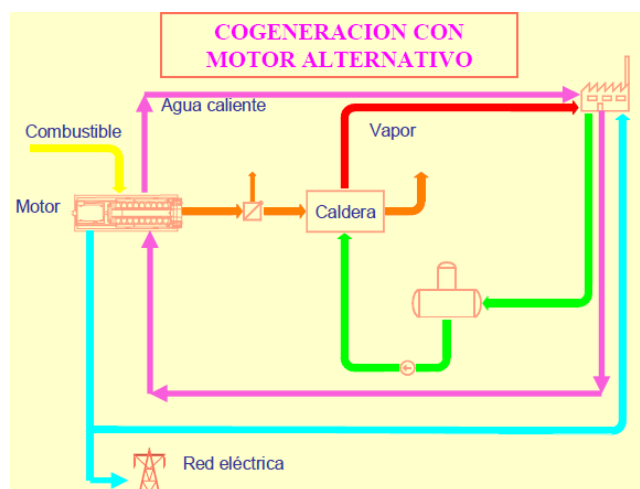
El principio de este tipo de tecnología se trata de la transformación de la energía que contienen los combustibles en energía mecánica, siendo los principales combustibles que utilizan el fuel-oil, el gasóleo o el gas.

Estos motores se basan en la producción de vapor a una baja presión, hasta 10 bares, y el aprovechamiento del circuito de agua de refrigeración de alta temperatura del motor. Este tipo de cogeneración es adecuado para potencias bajas y en donde la generación eléctrica es muy importante. Estos motores se tratan de las maquina térmicas que más rendimiento eléctrico poseen. A continuación, se mostrarán las ventajas y desventajas más significativas de esta tecnología de cogeneración:

- Ventajas.
 - Fácil instalación y puesta en marcha.
 - Frente a una carga parcial presentan un adecuado comportamiento, de forma que la variación de rendimientos no es muy drástica.
 - Relativamente fácil realizar una ampliación ya que pueden disponerse en paralelo.
 - Tiempos de mantenimiento relativamente bajos.
 - Funcionamiento con gas a baja presión.
 - Potencias desde 3 kW a 30MW.
- Desventajas.
 - Producen elevados ruidos y vibraciones.
 - Elevada inversión.
 - Relación potencia/peso muy inferior que la relación de las turbinas de gas.
 - En todo momento necesitan estar refrigerados.

En la siguiente imagen se muestra un proceso de cogeneración con motor alternativo de gas o fuel.

Imagen 4. Diagrama de cogeneración de motor alternativo.
Fuente: Cogeneración: aspectos tecnológicos.



3.3. Cogeneración con turbinas de gas.

En este tipo de plantas se quema combustible en un turbogenerador. Parte de la energía generada se transforma en energía mecánica, que gracias a un alternador se transformará en energía eléctrica. El rendimiento eléctrico de dichas plantas es menor que el rendimiento de los motores alternativos (30-35%), pero presenta la ventaja de que hay una recuperación más fácil de calor.

El calor generado, se destinará a una caldera de recuperación donde se generará vapor a una presión adecuada para el proceso productivo asociado a la cogeneración.

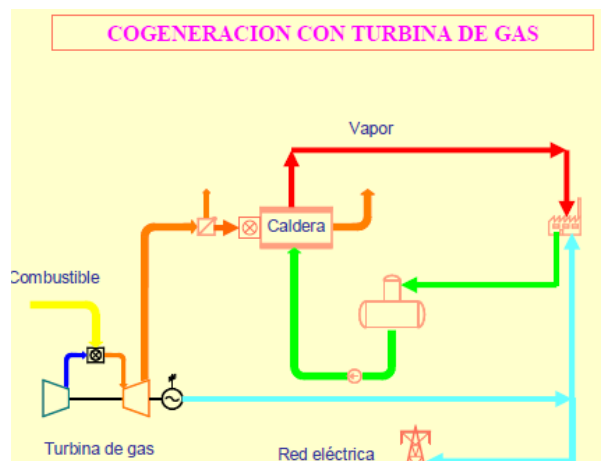
La aplicación de esta tecnología será adecuada cuando en la planta se presente una elevada necesidad de calor. A continuación, se señalan algunas de las ventajas y desventajas más significativas de las turbinas de gas:

- Ventajas.
 - Rango de potencia de uso de 500 kW a 100 MW.
 - Existe la posibilidad de realizar postcombustión, ya que los gases de escape contienen un elevado contenido de oxígeno.
 - Rápida y fácil instalación y puesta en marcha.
 - Costes bajos de mantenimiento e instalación.
 - No requiere de refrigeración.
 - Presenta una elevada fiabilidad, lo que conlleva a no tenerla que prestar atención diaria.
- Desventajas.
 - El biogás debe de entrar a presión.
 - El rendimiento eléctrico de este tipo de turbinas es demasiado bajo.
 - Elevadas emisiones atmosféricas de NO_x.
 - Tiempos de mantenimiento excesivamente largos.
 - La turbina de gas cuando no hay plena carga presenta problemas de regulación, así como un descenso de los rendimientos.

El sistema está formado de una turbina de gas y una cámara de combustión y un compresor. En la siguiente imagen se muestra un diagrama de cogeneración de la turbina de gas.

Imagen 5. Diagrama de cogeneración de motor alternativo.

Fuente: Cogeneración: aspectos tecnológicos.



3.4. Cogeneración con turbina de vapor.

Las turbinas de vapor se tratan de turbomáquinas térmicas motoras que transforman la entalpía del vapor de agua en energía mecánica de rotación. Esta transformación se realiza mediante un proceso de expansión de vapor en el rodete de la máquina, con la consiguiente caída o salto de presión.

Esta tecnología puede utilizarse para la producción de energía térmica como eléctrica. El rango de potencia de usos se comprende entre 1 kW hasta los 500 MW, siendo su principal ventaja su una alta fiabilidad y la presencia de unos costes de mantenimiento reducidos.

Este tipo de cogeneración fue la primera que se realizó. Actualmente este tipo de cogeneración ha quedado totalmente limitada como complemento de ciclos combinados o en instalaciones que utilizan combustibles residuales. La razón de quedar totalmente limitada es la presencia de un bajo rendimiento eléctrico en comparación con otro tipo de tecnologías de cogeneración, como es el caso del motor alternativo o turbinas de gas.

A continuación, se señalan algunas de las ventajas y desventajas más significativas que posee esta tecnología:

- Ventajas.
 - Elevada vida útil.
 - Posibilidad de modificar la temperatura a la que sale el fluido caloportador.
 - Amplia tipología de combustible a utilizar.
 - Posible alteración de la relación calor/trabajo.
- Desventajas.
 - Alto coste de inversión.
 - Dificultad a la hora de su puesta en marcha.
 - Alta relación de calor/trabajo.

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de cogeneración de la turbina de gas:

Imagen 6. Diagrama de cogeneración con turbina de gas.
Fuente: Cogeneración: aspectos tecnológicos.



3.5. Cogeneración en ciclo combinado.

Este tipo de cogeneración se trata de la aplicación conjunta de una turbina de gas y una turbina de vapor.

En la cogeneración de ciclo combinado, los gases de escape producidos que se producen en la turbina de gas, gracias a los que se genera la electricidad, atraviesan la caldera de recuperación, donde aumenta el valor de la presión del gas.

Este vapor se expande en una turbina de vapor produciendo una energía eléctrica adicional. El escape de la turbina de gas se tratará de vapor de baja presión que puede aprovecharse como tal o condensarse produciendo agua caliente pudiendo ser aprovechado en algún proceso de la planta.

En este tipo de cogeneración el proceso de vapor es esencial para lograr la eficiencia de este. La selección de temperatura y presión del vapor se escoge en función de los gases de escape de la turbina de gas y de las condiciones de gas necesarias para la fábrica.

Esta tecnología presenta unos rendimientos de gas menores que los motores alternativos. Sin embargo, poseen la ventaja de que el calor puede ser recuperado de manera muy fácil, ya que, casi todo el contenido de calor desprendido en la turbina de gas se evacúa en los gases de escape.

En la siguiente imagen, se presenta un diagrama de la tecnología de cogeneración del ciclo combinado.

Imagen 7. Diagrama de cogeneración del ciclo combinado.
Fuente: Cogeneración: aspectos tecnológicos.



3.6. Trigeneración.

Este término suele referirse a la generación de forma simultánea de tres tipos de energía diferentes: energía térmica en forma de calor, energía eléctrica y energía térmica en forma de frío.

Este tipo de cogeneración permite la cogeneración en el sector terciario, donde antes no era económicamente viable, donde además de calor se necesita frío para la climatización.

En función del combustible hay muchos tipos de plantas, hay plantas que funcionan con gas natural y con combustibles líquidos.

ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL

ÍNDICE ANEJO IV: SITUACIÓN ACTUAL

1. Introducción	1
2. Diferentes edificaciones que conforman la explotación.	2
2.1. Introducción.	2
2.2. Nave de reposición.	2
2.3. Nave de gestación.	3
2.4. Nave de gestación confirmada.	3
2.5. Nave de partos.....	3
2.6. Nave de transición.	4
2.7. Balsa de purines.	4
2.8. Otras edificaciones.....	4
3. Equipos eléctricos de la explotación.	5
4. Consumos y obtención de la energía eléctrica.....	18
5. Consumos de energía térmica en la explotación.....	20
6. Fosa de purines.	22

1. Introducción

El funcionamiento de esta explotación se basa en una integración vertical. La sociedad cooperativa COPISO se trata de la empresa integradora y el ganadero se trata del integrado. La empresa integradora está obligada a proporcionar los medios necesarios para el cuidado del ganado, prestar asistencia al integrado y adquirir la producción obtenida, por lo que proporciona los animales, medios de producción (piensos, medicamentos, consumos eléctricos...) y los servicios necesarios (veterinarios, transporte...). El integrado está obligado a cuidar al ganado y a entregarle la producción obtenida en el tiempo estimado a la empresa integradora, por lo que aporta las instalaciones y bienes y servicios necesarios para la actividad comprometiéndose al cuidado y mantenimiento del ganado.

La explotación está situada en el municipio de El Cubo de la Solana (Soria) en el polígono 13 en la parcela número 20317, en el recinto numero 5 el cual posee una superficie de en el paraje de La Dehesilla.

Esta explotación se trata de una granja de porcino que posee una capacidad para albergar 2685 cerdas reproductoras, 480 hembras de reposición y 10000 lechones, las cerdas reproductoras presentan un manejo en bandas de 7 días. La explotación posee un cercado de 6,59 ha el cual está compuesto por dos cercados metálicos, teniendo el vallado 2 metros de altura.

- Cercado metálico principal.

El cercado metálico principal es donde se encuentran todas las instalaciones necesarias para albergar a los animales, así como la sala de calderas, las oficinas, el almacén, la incineradora de cadáveres, la sala de máquinas, cuarto de duchas para las cerdas, edificio de visitas, sala de ordenadores y compresores, sala de bombas y los cuadros eléctricos y el grupo electrógeno. Este cercado metálico ocupa una superficie de 3,20 ha.

La superficie total edificada en este cercado, y en el total de la explotación es de 16.000 m³.

- Cercado metálico secundario.

El cercado metálico secundario es donde se encuentra la fosa de purines y ocupa una superficie de 0,59 hectáreas.

En la siguiente fotografía se puede observar una vista global del conjunto de la explotación:



Fotografía 1. Fotografía de explotación porcina. Fuente: Heraldo de Soria.

2. Diferentes edificaciones que conforman la explotación.

2.1. Introducción.

Actualmente esta explotación está compuesta por diferentes naves y edificios utilizados para albergar a los animales y todo el conjunto de equipos que hacen que haya un adecuado funcionamiento de las actividades que se realizan. El conjunto de las edificaciones se describe a continuación.

2.2. Nave de reposición.

Esta nave posee unas dimensiones de 472,16 m², con un largo de 45,40 m y un ancho de 10,40 m. A esta nave se destinan las cerdas seleccionadas de la nave de destete, estando en esta instalación hasta que alcanzan la etapa de madurez sexual (alrededor del 60-65% del peso adulto) y están listas para ser sustitutas de cerdas reproductoras que han alcanzado la senilidad, que han tenido algún tipo de problema o que han muerto.

En esta nave no se consume calefacción, pero si se consume electricidad ya que en su interior un elevado número de equipos eléctricos para un adecuado funcionamiento de la misma.

Los sistemas que utilizan energía eléctrica en esta nave se tratan de equipos de ventilación forzada, iluminación y el sistema de alimentación siendo la potencia nominal total instalada de 7.344W.

2.3. Nave de gestación.

Esta edificación posee unas dimensiones de 3161.45 m², con un largo de 119,30 metros y un ancho de 26,50 m. En esta nave se albergan tanto las cerdas nulíparas provenientes de la nave de recría como las cerdas múltiparas provenientes de la nave de partos. La función que se realiza en esta nave es la de inseminar a las cerdas que se presenten en estado de celo y verificar que dichas cerdas han quedado gestantes. La verificación del celo de las cerdas se hace gracias a un verraco, el cual actúa como macho recela, que a su paso por los alojamientos donde se sitúan las cerdas provoca una serie de estímulos que hacen que las cerdas que están en celo queden inmóviles.

Por este motivo, en esta nave también hay verracos, cuyo alojamiento está separado del alojamiento de las cerdas. Además de esta separación la nave se divide en dos partes, donde en una parte se alojan las cerdas múltiparas y en la otra las cerdas nulíparas.

No se consume calefacción, pero si se consume energía eléctrica ya que posee sistemas de ventilación forzada, iluminación y el sistema de alimentación.

En la parte de las cerdas nulíparas hay una potencia eléctrica nominal total instalada de 22.605 W y en la parte de las cerdas múltiparas, el conjunto de los equipos eléctricos posee una potencia nominal total instalada de 22.445 W.

2.4. Nave de gestación confirmada.

Esta edificación posee unas dimensiones de 2931,16 m², con un largo de 115,40 metros y un ancho de 25.40 m. La nave de gestación confirmada alberga a las cerdas gestantes donde estarán hasta una semana antes del parto. El alojamiento de las cerdas en esta nave es en grupo, por lo que pueden interactuar unas cerdas con otras.

En esta nave no hay consumo de calefacción, pero sí que hay consumo de energía eléctrica siendo su potencia nominal total instalada de 28.084 W.

2.5. Nave de partos.

Esta edificación posee unas dimensiones de 4621,68 m², se trata de la nave más grande de todas, con un largo de 117,60 m y un ancho de 39,30 m. Está destinada a albergar a las cerdas gestantes en su última semana de gestación y es donde se llevará a cabo el parto. Las cerdas se disponen en jaulas individuales las cuales tendrán un espacio adicional para albergar a los lechones recién nacidos. Dichas jaulas se reparten a lo largo de 11 salas totalmente idénticas.

Esta nave consume energía térmica la cual es destinada únicamente a calefacción, que se presenta en forma de suelo irradiado. Este consumo se debe a que los lechones necesitan unas condiciones adecuadas de temperatura para poder sobrevivir. Además, como en las otras naves, esta nave también consume energía eléctrica siendo el total de su potencia nominal total instalada de 109.770 W.

2.6. Nave de transición.

Esta edificación posee una superficie de 3296,54 m², con un largo de 81,80 metros y un ancho de 40,30 metros. Aquí se alojan los lechones una vez que son destetados de la madre hasta el momento de su recogida. Esta nave está dividida en 18 salas idénticas.

Se consume tanto energía eléctrica como energía térmica. La energía térmica se destina a calefacción, suelo irradiado, y para elevar la temperatura del agua para los lechones. Y la energía eléctrica se emplea para el funcionamiento de los equipos eléctricos necesarios para el correcto funcionamiento de la nave siendo la potencia nominal del conjunto de los equipos eléctricos de 114.838 W.

2.7. Balsa de purines.

La fosa de purines de la explotación está ubicada en un diferente cercado metálico, aislada de los demás componentes que conforman la explotación. Esta fosa posee una capacidad para albergar en su interior 19.634,34 m³ de purín, con una profundidad de 4 m y con un adecuado recubrimiento para evitar la infiltración de lixiviados al terreno.

La balsa de purines consume energía eléctrica ya que está dotada de dos agitadores cuya función es que remover el purín de manera que quede lo más homogéneo posible, evitar la formación de costras superficiales y la sedimentación. También posee un sistema de iluminación para poder visualizar de forma correcta la balsa cuando haya una deficiente iluminación solar. La potencia eléctrica consumida es de 34.050 W.

2.8. Otras edificaciones.

Además de lo descrito hasta el momento la explotación posee un mayor número de edificaciones como pueden ser:

- Almacén.

La superficie que ocupa el almacén es de 400 m², con un largo de 20 m y un ancho de 20 m. La función del almacén es la de albergar la maquinaria necesaria en la explotación. Cada nave descrita con anterioridad posee un almacén interno donde albergan herramientas, así como productos antiparasitarios, preventivos y sanitarios que son necesarios en cada etapa.

- Oficinas.

La oficina ocupa una superficie de 209.76 m², con un largo de 18.40 metros y un ancho de 11.40 metros. Tanto la oficina como el almacén principal están situados enfrente de la entrada al recinto.

- Baden de desinfección.
En la explotación hay dos badenes de desinfección, uno de ellos se encuentra en la entrada al recinto de la explotación y el otro está situado al lado del almacén, por este último tienen que pasar todos los vehículos necesarios para realizar el vació sanitario de las naves.
- Otras edificaciones.
Otras edificaciones como la sala de caderas, la incineradora de cadáveres, la sala de máquinas, cuarto de duchas de las cerdas (donde se consume energía térmica), edificio de visitas, sala de ordenadores y compresores, sala de bombas y cuadros eléctricos y grupo electrógeno. Estas edificaciones consumen únicamente energía eléctrica, menos el cuarto de dichas de las cerdas que consume también energía térmica, siendo el total de la potencia nominal instalada de 149.946 W.

3. Equipos eléctricos de la explotación.

La energía eléctrica que se consume en esta explotación proviene de los diferentes equipos eléctricos que hay instalados en la totalidad de la explotación, dichos equipos se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Sistema de ventilación.
Todas las naves que alojan a los animales poseen tanto ventilación forzada, las cuales utilizan tantos ventiladores monofásicos como ventiladores trifásicos, como ventilación natural, donde el proceso de apertura de las ventanas es de forma automática.
- Sistemas de alimentación.
El sistema de alimentación desde los silos hasta los comedores de los animales esta automatizado por lo que conlleva un consumo de energía eléctrica tanto en el sistema de extracción del pienso del silo como en los sistemas eléctricos del comedero.
- Sistemas de alumbrado.
Todos los edificios que conforman la explotación poseen sistemas de iluminación.
- Bombas y motores.
El conjunto de bombas y motores instalados en la explotación necesarios para el adecuado funcionamiento de esta.

Los equipos y potencias instalados en la explotación se pueden dividir por las edificaciones existentes en la explotación.

- Balsa de purín.

Tabla 1. Equipos instalados en balsa de purines. Fuente: Promotor.

Equipos	Potencia (W)
BAL-A1	4.000
BAL- POZO	4.000
BAL-AGIT1	15.000
BAL-AGIT2	15.000

- Nave de reposición.

Tabla 2. Equipos instalados en nave de reposición. Fuente: Promotor.

Equipo	Potencia (W)
NR-A1.1	150
NR-A1.2	350
NR-A2.2	350
MANDO 230V	200
MANDO 24V	360
CENTRAL GEOS	150
TRAMP VENT 1 -2-3-4	240
ECM1	200
ECM2	200
VENTILADOR 1	550
VENTILADOR 3	550
VENTILADOR 2	550
VENTILADOR 4	550
NR-REFRI	1.472
COMERO PIENSO 1	736
COMERO PIENSO 2	736

- Sala de bombeo.

Tabla 3. Equipos instalados en sala de bombeo. Fuente: Promotor.

Equipo	Potencia (W)
GP2-BO 01	2.208

GP2-BO 02	2.208
VENT Y CONTROL	100
BOM-TRA AGUA	1.000
BOM--FIL ARENA	1.000
GP1-BO 01	1.472
GP1-BO 02	1.472
GP1-BO 03	1.472
VENT Y CONTROL	100
BOM-PROG RIEGO	50
BOM-A1	200
BOM-DOSIF	500
BOM-POZO	5.000
BOM-REGUL	100
BOM-VALV	100

▪ Nave de gestación.

Tabla 4.1. Equipos instalados en nave de gestación. Fuente: Promotor.

Gestación control primerizas.

Gestación control múltiparas.

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
PRI-A1	1.100	MUL-A1	300
PRI-A2	850	MUL-E1	50
PRI-A3	50	MUL-A2	1000
PRI-A4	1.000	MUL-A3	1.060
PRI-E1	50	MUL-A4	1.060
PRI-A5	600	MUL-A5	1.060
PRI-A6	500	MUL-A6	1.060
MANDO 230V	200	MANDO 230V	200
MANDO 24V	567	MANDO 24V	567
PRI-A7	200	MUL- ATLAS	150
PRI-ATLAS	150	TRA. VEN 1-2-3 MONF	180
PRI-CHIP	1.500	TR VEN 1-2-3 TRIF	180
TR VENT 1-2-3 MONF	180	TR VEN 4-5-6 TRIF	180
TR VENT 1-2-3 TRIF	180	VENTIL 1 MONF	550
TR VENT 4-5-6 TRIF	180	VENTIL 2 MONF	550
PRI-VENT 1 MONF	550	VENTIL 3 MONF	550
PRI-VENT 2 MONF	550	MUL-DOSIFICADOR	500
PRI-VENT 3 MONF	550	VENT 1 TRIF	736
PRI-DOSIFICACION	400	VENT 2 TRIF	736
PRI-VENT 1 TRIF	736	VENT 3 TRIF	736
PRI-VENT 2 TRIF	736	VENT 4 TRIF	736

PRI-VENT 3 TRIF	736	VENT 5 TRIF	736
PRI-VENT 4 TRIF	736	VENT 6 TRIF	736
PRI-VENT 5 TRIF	736	ECM 1 VENTANAS	368
PRI-VENT 6 TRIF	736	ECM 2 VENTANAS	368
ECM 1 VENTANAS	368	M. PIENSO 1	736
ECM 2 VENTANAS	368	M. PIENSO 2	1.472
M. PIENSO 1	736	M. PIENSO 3	736
M. PIENSO 2	1.472	M. PIENSO 4	1.472
M. PIENSO 3	736	MUL-REFRIGERACION	3.680
M. PIENSO 4	1.472		
PRI-REFRIGERACION	3.680		

Tabla 4.2. Equipos instalados en nave de gestación. Fuente: Promotor.

Gestación confirmada múltiparas.

Equipo	Potencia (W)
GC-A1	1.710
GC-A2	350
GC-A3	2.052
GC-A4	50
GC-A5	150
GC-ATLAS	150
GC-CHIP 1	1.500
MANDO 230V	200
MANDO 24V	400
GC-CHIP 2	1.500
TR VENT 123 TRIF	180
TR VENT 456 TRIF	180
TR VENT 789 TRIF	180
TR VENT 10112 TRIF	180
TR VENT 123 MONF	180
TR VENT 456 MONF	180
GC-VENT 1 MONF	550
GC-VENT 2 MONF	550
GC-VENT 3 MONF	550
GC-VENT 4 MONF	550
GC-VENT 5 MONF	550
GC-VENT 6 MONF	550
GC-VENT 1 TRIF	736
GC-VENT 2 TRIF	736
GC-VENT 3 TRIF	736
GC-VENT 4 TRIF	736
GC-VENT 5 TRIF	736
GC-VENT 6 TRIF	736

GC-VENT 7 TRIF	736
GC-VENT 8 TRIF	736
GC-VENT 9 TRIF	736
GC-VENT 1 0 TRIF	736
GC-VENT 11 TRIF	736
GC-VENT 12 TRIF	736
ECM 1 VENTANAS	368
ECM 2 VENTANAS	368
ECM 3 VENTANAS	368
ECM 4 VENTANAS	368
GC-REFRIGERACION	3.680
GC-M. PIENSO 1	736
GC-M. PIENSO 2	1.472

- Nave de partos.

Tabla 5.1. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Sala 1		Sala 2	
Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
MAT-A1	848	A1	848
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR 1 MONF	550	VENTILADOR 1 MONF	550
VENTILADOR 2 MONF	550	VENTILADOR 2 MONF	550
TRAN. VENT MONF	180	TRAN. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 5.2. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Sala 3		Sala 4	
Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	848	A1	848
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400

BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR 1 MONF	550	VENTILADOR 1 MONF	550
VENTILADOR 2 MONF	550	VENTILADOR 2 MONF	550
TRAN. VENT MONF	180	TRAN. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200

Tabla 5.3. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Sala 5

Sala 6

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	848	A1	848
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR 1 MONF	550	VENTILADOR 1 MONF	550
VENTILADOR 2 MONF	550	VENTILADOR 2 MONF	550
TRAN. VENT MONF	180	TRAN. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200		

Tabla 5.4. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Sala 7

Sala 8

Equipos	Potencia (W)	Equipos	Potencia (W)
A1	848	A1	848
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR 1 MONF	550	VENTILADOR 1 MONF	550
VENTILADOR 2 MONF	550	VENTILADOR 2 MONF	550
TRAN. VENT MONF	180	TRAN. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	800
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 5.5. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Sala 9

Sala 10

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	848	A1	848
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR 1 MONF	550	VENTILADOR 1 MONF	736
VENTILADOR 2 MONF	550	VENTILADOR 2 MONF	736
TRAN. VENT MONF	180	TRAN. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 5.6. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Sala 11

Subcuadro PA-SPOTMIX 1-2

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	226	SPOTMIX-A1	106
MANDO 24V	400	SPOTMIX-F1	1.500
CONTROLADOR T ^a	50	CONTROLADOR 1	500
BOMBA	350	CONTROLADOR 2	500
ORDEN. GEOS	150	PA-SPOTMIX 1	19.180
VENTILADOR MONF	550	PA-SPOTMIX 2	16.980
TRANP. VENT MONF	180	EX2-SILO 11	736
ECM	200	EX2-SILO 10	736
		EX2-SILO 9	736
		EX2-SILO 12	736
		EX2-SILO 13	736
		EX2-SILO 8	736

Tabla 5.7. Equipos instalados en nave de partos. Fuente: Promotor.

Equipos lactancia artificial

Equipo	Potencia (W)
LE-AGIT-A	370
LE-AGIT-B	370
LE-BOM	1.500
LE-MEZCLAD.	1.100
LE-PREPARAD.	1.100
LE-BOM AGUA	370
LE-M1	736
LE-M2	736
TRAFO 400/230 mando	1.600
PA-F1	2.000
PA-A1	500
PA-A2.1	700
PA-A2.2	600
PA-F.A.1	2.000
PA F.A.2	2.000
PA-VENT BASCULA	500

- Nave de transición.

Tabla 6.1. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 1

Sala 2

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 6.2. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 3

Sala 4

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200

Tabla 6.3. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 5

Sala 6

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 6.4. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 7

Sala 8

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200

Tabla 6.5. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 9

Sala 10

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	228	A1	228
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
ECM	200	ECM	200

Tabla 6.6. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 11

Sala 12

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180

ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 6.7. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 13

Sala 14

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	456	A1	456
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
VENTILADOR TRIF	736	VENTILADOR TRIF	736
TRANP. VENT TRIF	180	TRANP. VENT TRIF	180
ECM	200	ECM	200

Tabla 6.8. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 15

Sala 16

Equipo	Potencia (W)	Equipo	Potencia (W)
A1	228	A1	228
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350
ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
ECM	200	ECM	200
BOM 1 REFRIG.	736	BOM 1 REFRIG.	736
BOM 2 REFRIG.	736		

Tabla 6.9. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sala 17

Sala 18

Equipo	Potencia(W)	Equipo	Potencia (W)
A1	228	A1	228
MANDO 24V	400	MANDO 24V	400
BOMBA	350	BOMBA	350

ORDEN. GEOS	150	ORDEN. GEOS	150
VENTILADOR MONF	550	VENTILADOR MONF	550
TRANP. VENT MONF	180	TRANP. VENT MONF	180
ECM	200	ECM	200
		DEST-PP (P.PRESION)	2.000
		DEST-GP (G.PRESION)	2.000
		DEST-PMC (MUELLE)	250
		DEST-F1	2.000
		DEST-A1	500
		DEST-A2.1	700
		DEST-A2.2	600
		DEST-F.A.1	2.000
		DEST-F.A.2	2.000

Tabla 6.10. Equipos instalados en nave de transición. Fuente: Promotor.

Sistema de alimentación

Equipo	Potencia (W)
SPOTMIX-A1	106
SPOTMIX-F1	1.500
CONTROLADOR 1	500
CONTROLADOR 2	500
DEST-SPOTMIX 1	19.180
DEST-SPOTMIX 2	16.980
EX2-SILO 11	736
EX2-SILO 10	736
EX2-SILO 9	736
EX2-SILO 12	736
EX2-SILO 13	736
EX2-SILO 8	736

▪ Oficinas.

Tabla 7. Equipos instalados oficinas. Fuente: Promotor.

Equipo	Potencia (W)
OF-A2	500
OF-E2	50

OF-AA	2.500
OF-A3	400
OF-E3	50
OF-A1	400
OF-E1	50
OF-HUELLA DIG	50
OF-SC1	2.500
OF-SC2	2.500
OF-SC3	2.500
OF-VENTILACION	2.000
OF-LVD1	2.500
OF-LVD2	2.500
OF-LVD3	2.500
OF-LVV	2.500

- Arco de desinfección.

Tabla 8. Equipos arco de desinfección.
Fuente: Promotor.

Equipo	Potencia (W)
DESIF-A1	250
DESINF-PA	736
DESINF-B LAV	2.200
DESINF-B DOSIF	90
MANDO	50

- Almacén.

Tabla 9. Equipos instalados oficinas.
Fuente: Promotor.

Equipo	Potencia (W)
NA-A2	100
NA-A1	200
NA-E1	50

- Sala de calderas.

Tabla 10. Equipos instalados en la sala de calderas.
Fuente: Promotor.

Equipo	Potencia (W)
CS-CC	24.000
INCINERADORA	1.500
INCN-POLIP (POLIPAS)	736
INCN-A1	110
INCN-SINF1	736
INCN-SINF2	736
INCN-MANDO	500

Los subcuadros eléctricos existentes en la explotación, así como la potencia total instalada aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 11. Potencia de los subcuadros eléctricos ubicados en la explotación. Fuente: Promotor.

Localización	Potencia (kW)
BALSA DE PURIN	34,05
REPOSICIÓN	7,34
SALA DE BOMBEO	11,03
GESTACION CUBRI. CONTROL MULTIPARAS	22,45
GESTACION CUBRI. PRIMERIZAS	22,61
GESTACION CONFIRMADA MUL.	28,08
SALA DE VISITAS	4,20
MAQUINAS DE LAVAR DUCHAS Y COMPRESORES	55,22
PARTOS	109,77
CUARTO DE CALDERAS	28,32
TRANSICIÓN	142,01
TOTAL	465,08 kW

4. Consumos y obtención de la energía eléctrica.

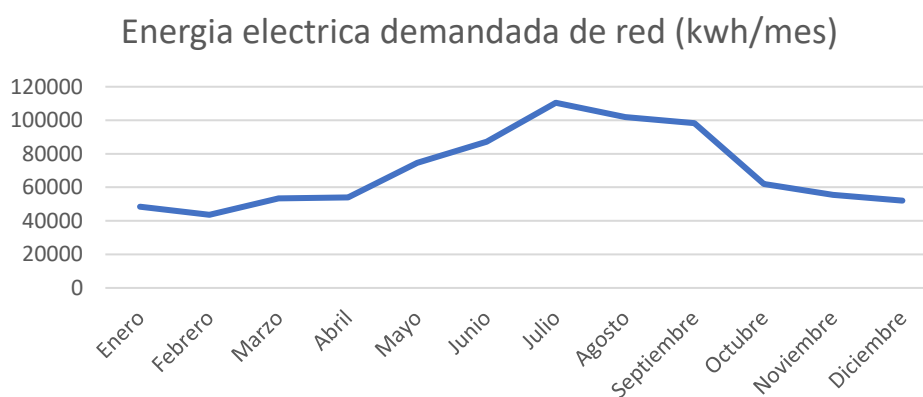
La energía eléctrica se obtiene de la red eléctrica. También se cuenta con un grupo electrógeno de 300kW por razones de seguridad.

- Consumo eléctrico de red.

La empresa encargada de distribuir la energía eléctrica a la explotación se trata de Endesa. Actualmente, la explotación posee una tarifa contratada de 3 periodos iguales siendo la potencia contratada en cada periodo la misma, 160 kW.

A continuación, se mostrará el consumo eléctrico anual de la explotación. Cabe destacar que estos consumos se tratan de los consumos eléctricos de los periodos de mayo del año 2018 a abril del año 2019, ya que anteriormente.

Se van a representar estos meses ya que en los meses anteriores la explotación no se encontraba al 100% de su funcionamiento debido a que se trata de explotación relativamente nueva. Así pues, en la siguiente gráfica se podrá observar la energía consumida mensualmente.



Gráfica 1. Energía eléctrica demanda de red.
Fuente: Promotor.

La energía eléctrica suministrada por la red eléctrica a la explotación asciende a un 841.376,37 kWh/año siendo el precio que han de pagar por dicha energía de 91.516,05 €.

A continuación, se describirán una serie de elementos que se han de tener en cuenta a la hora de realizar el presente.

- Linea de media tensión y transformador de potencia.
La energía eléctrica llega a la explotación mediante la canalización subterránea donde irá enterrado el cableado de media tensión. Una vez en la explotación la media tensión se transforma en baja tensión en un Centro de Transformación de 250 KVA del tipo intemperada compacto instalado en el interior de un edificio prefabricado de hormigón de medida exteriores 3,50 x 2,52 x 3,20 m siendo los elementos que constituyen al centro de transformación los que aparecen a continuación:
 - Edificio prefabricado de hormigón CTA 3B1T.

- Conjunto de celdas de MT, 1CD+1CIS+11M, NORMAFIX, con una celda de remonte (CD), una de protección (CIS) y una función de medida (M).
 - Un transformador de potencia de 250 KVA con una relación de transformación 16/0,4-0,23 KV.
 - Un cuadro de BT de 1 salida, con bases portafusibles desconectables en carga.
- Distribución de energía eléctrica de baja tensión a lo largo de la explotación.

Una vez que la energía eléctrica se encuentra en baja tensión, esta va hacia el cuadro general de baja tensión ubicado en el cuarto eléctrico de la explotación.

La manera que los cables llegan hasta el cuarto eléctrico se trata mediante una canalización subterránea en los que el cableado se sitúa en el interior de tubos corrugados de 110 mm de diámetro. Cabe destacar que hay tres tubos de las mismas densidades extensos de cableados para poder introducir cableado adicional en caso de algún tipo de modificación que requiera consumos eléctricos.

Una vez en el cuadro general de baja tensión, el cableado se dirige a los distintos subcuadros eléctricos, ubicados por diferentes puntos de la explotación, por líneas eléctricas aéreas, las cuales tienen a los cables protegidos con tuberías de PVC.

5. Consumos de energía térmica en la explotación.

El consumo de energía térmica en la explotación se realiza principalmente para satisfacer las necesidades térmicas de los lechones, proporcionándoles una adecuada temperatura ambiente y un adecuado calentamiento al agua que estos consumen, y para calentar el agua de las duchas de las cerdas, siendo dos los equipos que aportan dicha energía térmica, el equipo principal se trata de una caldera Tulimax STK500 VARIO de biomasa de astilla de 500 kW de potencia nominal y el equipo secundario se trata de una incineradora de 2kW de potencia nominal IDETER MODELO 1812 recuperadora de calor, la cual consume biomasa en forma de pellet.

- Caldera de biomasa.
La cantidad de astilla que consume la caldera de biomasa a lo largo del año se recogen en la tabla que se muestra a continuación, cabe destacar,

como en el caso de la energía y por los mismos motivos, que los datos se tratan del periodo de tiempo entre mayo de 2018 y abril de 2019.

Tabla 12. Consumo mensual de astilla de la caldera de biomasa de la explotación. Fuente: Promotor.

Meses	Astilla consumida (t)
Mayo 2018	29,12
Junio 2018	48,49
Julio 2018	38
Agosto 2018	38,82
Septiembre 2018	28,73
Octubre 2018	38,21
Noviembre 2019	51,79
Diciembre 2019	63,72
Enero 2019	42,64
Febrero 2019	10,13
Marzo 2019	31,22
Abril 2019	18,32
Total	439,19

El precio total que se ha de pagar de astilla anualmente asciende a una cantidad de 43.587,16 €.

- Incineradora de cadáveres.

El calor recuperado, en el sistema recuperador de la incineradora, se destina únicamente al calentamiento de agua. Este sistema de recuperación energética consta de un recuperador instalado a la salida de gases de combustión del horno con una capacidad térmica de recuperación de en torno a los 100 kW/h. En términos de caudal de agua a calentar, se puede recuperar un volumen de aproximadamente 3 m³/h (3000 L) de agua a unos 75° o 80° C, dependiendo de la temperatura del agua de retorno de la instalación que será la que entre al intercambiador, considerando una temperatura de retorno normal de unos 55 °C, para minimizar condensaciones por puntos de rocío en el equipo de recuperación. Se considera que el tiempo de incineración es de aproximadamente 8 horas, por lo que la producción total de agua caliente puede superar los 20 m³. La incineradora anualmente consume 72840 kg de pellets lo que se traduce en 17699.97 €.

6. Fosa de purines.

El purín generado en la explotación se almacena en dos sitios de la explotación, en primera instancia el purín generado por los animales se almacena en una fosa propia de 0,50 m de profundidad que contiene cada nave debajo de los slats.

Estas fosas, dependiendo de en qué nave se localiza, poseen una pendiente del 0,5-1% hacia la parte sur de la misma, donde habrá localizada una tubería de PVC que gracias a la gravedad transportaran el purín vertido a en esta fosa a la fosa principal de la explotación, balsa de purines.

La balsa de purín de la explotación tiene una capacidad de 19.634,34 m³. La balsa se vacía dos veces al año y el purín extraído es gestionado por el promotor abonando los cultivos de cereales colindantes a la explotación, siendo el purín generado por la explotación 30.000 m³ anuales.

Para el vertido de purín al suelo se utiliza un tractor de 175 CV y una cuba de 20 m³ realizándose el enterrado de los mismos en un plazo de 24 horas.

ANEJO V: ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE ANEJO V: ESTUDIO GEOTÉCNICO

1. Introducción.....	1
2. Reconocimiento del terreno.....	1
3. Tipo de edificio a cimentar.....	1
3.1. Grupo de terreno.....	2
3.2. Número de reconocimientos en diferentes puntos.....	2
4. Fisiografía, geología y litología del terreno.....	3
5. Prospección.....	4
5.1. Sondeos mecánicos.....	4
5.2. Pruebas continuas de penetración.....	5
6. Ensayos de laboratorio.....	8
6.1. Plasticidad.....	8
6.2. Contenido de sulfatos.....	9
6.3. Granulometría.....	9
7. Medición del nivel freático.....	9
8. Conclusiones.....	9
9. Normativa utilizada.....	10

1. Introducción.

De forma habitual, para el correcto diseño de los cimientos y su dimensión, en todo proyecto en el que se incluya una construcción hay que realizar un estudio geotécnico. Es se debe a que el artículo 4.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) establece la obligación de incluir en todo proyecto un estudio geotécnico de los terrenos en lo que se va a realizar la obra.

El estudio geotécnico que se va a realizar se trata del conjunto de información cuantificada de las características del terreno donde se van a ubicar el tanque de mezclado y el digestor anaerobio.

Las características de este terreno se establecen mediante el reconocimiento del terreno. Se trata de un conjunto de actividades, donde los resultados se reflejan en el presente estudio, siendo el objeto del estudio fijar las características litro-estratificas del subsuelo superficial para la obtención de los parámetros, los cuales son la granulometría, la plasticidad y el contenido de sulfatos. Siendo los trabajos que se llevan a cabo las prospecciones de campo y ensayos de laboratorios.

Para una adecuada realización del estudio deben de conseguirse los datos necesarios en relación con los problemas y peculiaridades del terreno. En la zona de estudio no se han encontrado ningún tipo de incidencias de obstáculos enterrados, vertederos, deslizamientos o inestabilidad.

La autoría del estudio geotécnico pertenece al proyectista y cuenta con el preceptivo visado colegial.

2. Reconocimiento del terreno.

Antes de la realización del reconocimiento del terreno se deben de tener en cuenta los datos relevantes a la parcela, topográficos y urbanísticos, y los generales de la zona elaborados en la fase de planteamiento.

A consecuencia del reconocimiento del terreno, las unidades a considerar son el tanque de mezclado y el digestor anaerobio.

3. Tipo de edificio a cimentar.

En función del tipo de estructura, de la modulación media entre apoyos y del número de plantas, los edificios según el documento básico de cimentación, CTE-DB-SE-C, se clasifican en distintos grupos según la tabla siguiente.

Tabla 1. Tipo de construcción.
Fuente: Documento básico de cimentación.

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

⁽¹⁾ En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

Las estructuras de nuestras construcciones se sitúan dentro del grupo C-1 ya que poseen únicamente una única planta y una superficie total construida de 462.97 m², siendo la superficie del digestor anaerobio de 261.91 y la superficie del tanque de alimentación de 201.061 m².

3.1. Grupo de terreno.

El documento básico de cimentación considera tres tipos de terreno los cuales están recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 2. Tipos de terrenos.
Fuente: Documento básico de cimentación.

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: <ul style="list-style-type: none"> a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables c) Suelos blandos o sueltos d) Terrenos kársticos en yesos o calizas e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades i) Terrenos con desnivel superior a 15° j) Suelos residuales k) Terrenos de marismas

El terreno se trata de un terreno favorable debido a que muestra poca variabilidad y en la zona donde se sitúa es usual utilizar cimentación directa mediante elementos aislados por lo que se corresponde con un terreno de tipo T-1.

3.2. Número de reconocimientos en diferentes puntos.

La profundidad y densidad de reconocimientos debe de permitir una correcta cobertura de la zona a edificar. Para definir el número de documentos se debe de tener en cuenta la superficie de ocupación en planta, el tipo de edificio y el grupo del terreno.

De manera general el mínimo de punto a reconocer será de tres. En la siguiente tabla se recogen las distancias máximas entre los puntos donde se realizan los reconocimientos y las profundidades orientativas que deben tomarse bajo el nivel final de la excavación.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento.
Fuente: Documento básico de cimentación.

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T1		T2	
	d _{máx} (m)	P (m)	d _{máx} (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

Como se puede observar en la tabla, al tratarse de un tipo de construcción C-1 y un tipo de terreno T-1, la distancia máxima entre los reconocimientos será de 35 metros y la profundidad de 6 metros.

En la siguiente tabla se establece el número mínimo de sondeos mecánicos y el porcentaje del total de puntos de reconocimiento que pueden sustituirse por pruebas continuas de penetración cuando el número de sondeos mecánicos exceda el mínimo especificado en dicha tabla.

Tabla 4. Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración.
Fuente: Documento básico de cimentación.

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Por lo que de los cuatro reconocimientos que se van a efectuar, el 70% se pueden sustituir por sondeos mecánicos, por lo que se van a efectuar 2 ensayos de penetración y dos sondeos mecánicos. Con la comprobación de que la profundidad planificada de los reconocimientos es la suficiente para alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se desarrollaran asientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir los edificios.

4. Fisiografía, geología y litología del terreno.

La Comunidad autónoma de Castilla y León presenta una gran heterogeneidad geológica, diferenciándose los relieves periféricos y la cuenca sedimentaria. El tipo de suelo donde se van a ubicar nuestras construcciones e trata de un tipo de suelo Inceptisol, se tratan de tipos de suelo los cuales están empezando a mostrar un desarrollo de los horizontes, lo que indica que su tiempo de desarrollo es joven, siendo estos lo que mayor presencia tienen en la península Ibérica, ocupan alrededor del 60% del territorio y en ellos se desarrollan una agricultura productiva (como es e caso del terreno que se estudia).

5. Prospección.

La prospección se trata de ensayos que se ejecutan directamente en el terreno natural, proporcionando datos que se pueden correlacionar con la resistencia, deformabilidad y permeabilidad de una unidad geotécnica a una determinada profundidad. Los ensayos más usuales son:

- En sondeo: ensayo de penetración, estándar (SPT), ensayo de molinete (Vane Test), ensayo presiométrico (PMT), ensayo de Lefranc, ensayo de Lugeon.
- En superficie o en pozo: ensayo de carga con placa.
- En pozo: ensayo de bombeo.

En este estudio se van a realizar dos sondeos mecánicos, y dos pruebas continuas de penetración.

5.1. Sondeos mecánicos.

Los sondeos se tratan de un proceso de penetración con una velocidad de rotación y avance adecuadas, de un cilindro hueco y calibrado, denominado batería en cuyo extremo inferior se aloja un dispositivo de retención en el que se enrosca una corona de corte.

Con los sondeos mecánicos se pretende conocer la resistencia del suelo a su penetración, reconocer la localización y naturaleza de las unidades geotécnicas del terreno, efectuar ensayos a diferentes profundidades y extraer muestras de este.

En concreto se ha seleccionado un test de penetración estándar (S.P.T). Antes de la ejecución del sondeo se comprueba que el material necesario, toma-muestras, está en las condiciones apropiadas de limpieza para la realización de sondeo, tanto por la parte interior como por la parte exterior.

El número de golpes que se efectúan son los necesarios para poder hincar una puntaza normalizada de 60 cm por lo que se trata de un ensayo consistente. Los golpes se cuentan en cuatro tramos de 15 cm, siendo el resultado del ensayo la suma del segundo y tercer tramo, lo que nos da una resistencia de penetración denominada N. Se considera que ha obtenido rechazo (R) cuando se alcanza un goleo superior a 50 en una tanda de 15 cm, en este caso se da por finalizado el ensayo.

Los resultados de profundidad que se han obtenido de los sondeos realizados están recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resultados obtenidos del sondeo mecánico.
Fuente: Elaboración propia.

Sondeo	Perforación en relleno	Perforación en terreno natural	Profundidad total
S-1	1,4	4,9	6,3
S-2	1,5	5	6,5

5.2. Pruebas continuas de penetración.

Para poder realizar el penetrómetro adecuado se debe exigir que las correlaciones empleadas tengan justificación y una suficiente garantía. En la siguiente tabla se especifican los tipos de penetrómetros más idóneos para cada tipo de suelo.

Tabla 6. Utilización de las pruebas de penetración.

Fuente: Documento básico de cimentación.

Tipo de Penetrómetro	Principio de Funcionamiento	Tipo	Suelo más idóneo	Terreno en que es Impracticable
Estático	Medición de la resistencia a la penetración de una punta y un vástago mediante presión	CPTC CPTU UNE 103804 :1993	Arcillas y limos muy blandos. Arenas finas sueltas a densas sin gravas	Rocas, bolos, gravas, suelos cementados. Arcillas muy duras. Arenas muy compactas. Suelos muy preconsolidados y/o cementados
Dinámico	Medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada	DPH UNE 103802:1998 BORRO	Arenas sueltas a medias. Limos arenosos flojos a medios	Rocas, bolos, costras, suelos muy cementados. Conglomerados
		DPSH UNE 103801:1994	Arenas medias a muy compactas. Arcillas preconsolidadas sobre el N.F. Gravas arcillosas y arenosas	Rocas, bolos, conglomerados

Se ha seleccionado una prueba de penetración con un penetrometro estandar dinamico (D.P.S.H), siguiendo la norma UNE 103-801/94, la cual esta diseñada para deducir la carga admisible y medir la resistendia dinamica de un suelo. Este metodo se trata de introducir en el suelo un toma-muestras de forma tubular el cual contiene una puntaza de forma conica biselada, con un golpe de una maza metalica que cae desde una altura de 76 cm hasta que alcance el punto de rechazo , hasta alcanzar una profundidad de 20 cm o cuando se llegue al limite estimado de reconocimiento del subsuelo.

Para determinar la resistencia dinámica del suelo es necesario registrar el numero de golpes necesarios para introducir en el terreno el varillaje una profundidad fijada convencionalmente en 20 cm (N20), con la que se podra evaluar la tensión admisiblede terreno a distintas profundidades incorporando en una gráfica dicho numero en función de la profundidad.

Las características del ensayo de penetración se recogen a continuación:

Tabla 7. Características del ensayo de penetración.

Fuente: Elaboración propia.

Características	Valor
Peso de la maza	63.5 kg
Altura de caída de la maza	76 cm
Sección circular de la puntaza	20 cm ²
Angulo en punta	90 °

Peso de varillaje	6.06 kg/m lineal
Pesos accesorios	51.5 kg
Penetración cuenta de golpes	20 cm (N ₂₀)
Rechazo	>100 golpes

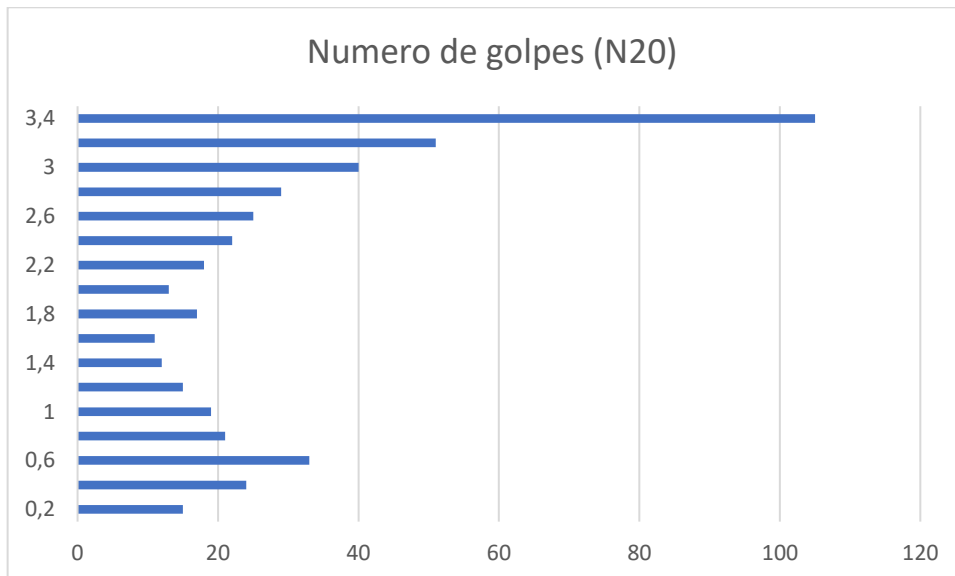
A continuación, se muestra en ensayo más desfavorable de los cuatro ensayos realizados, dos sondeos y dos pruebas continuas de penetración.

La relación (N₂₀)/profundidad, en metros, para el ensayo más desfavorable, realizados es la siguiente:

Tabla 8. Relación (N₂₀)/profundidad.
Fuente: Elaboración propia.

N20	15	24	33	21	19	15	12	11	17	13	18	22	25	29	40	51	105
P	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	2	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4

Siendo su representación gráfica la siguiente:



Gráfica 1. Relación (N₂₀)/profundidad.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos en el ensayo de penetración y teniendo en cuenta el equipo que se ha utilizado para llevar a cabo el ensayo de penetración se estimara la resistencia dinámica del terreno con la fórmula de los “Holandeses” que se trata de a siguiente expresión:

$$R_d = \frac{(M^2 \times H)}{(M + P) \times A \times \frac{20}{N_{20}}}$$

Siendo:

- R_d : Resistencia dinámica del terreno.
- M : Peso de la maza (63.5 kg).
- H : Altura de caída de la maza (76 cm)
- A : Area de la puntaza (20 cm²)
- 20/N20: Penetración por golpe.
- P : Peso de la puntaza y varillas (6.6 kg/m lineal)

Una vez hallada la resistencia dinamica del terreno se procede al calculo de la tensión admisible del terreno, que aplicando la formula de MEYERHOF simplificada que dice lo siguiente:

$$Q_{adm} = \frac{R_d}{F}$$

Siendo:

- Q_{adm} : Tensión admisibles del terreno.
- R_d : Resistencia dinamica del terreno.
- F : Factor de seguridad (60)

Los valores tanto de resistencia dinámica del terreno como de la tensión admisible vienen determinados en la siguiente tabla:

Tabla 9. Resistencia dinámica y tensión admisible del terreno.
Fuente: Elaboración propia.

Cota (m)	P (m)	N20	$R_d(\text{kp/cm}^2)$	$\sigma_{adm} (\text{kp/cm}^2)$
0	0,2	15	177,29	2,95
0,2	0,4	24	278,00	4,63
0,4	0,6	33	374,77	6,25
0,6	0,8	21	233,92	3,90
0,8	1	19	207,65	3,46
1	1,2	15	160,91	2,68
1,2	1,4	12	126,39	2,11
1,4	1,6	11	113,79	1,90
1,6	1,8	17	172,78	2,88
1,8	2	13	129,85	2,16
2	2,2	18	176,75	2,95
2,2	2,4	22	212,44	3,54
2,4	2,6	25	237,46	3,96
2,6	2,8	29	271,01	4,52
2,8	3	40	367,89	6,13
3	3,2	51	461,74	7,70
3,2	3,4	105	936,04	15,60

Se deben de tener en cuenta las siguientes puntualizaciones a la hora de la aplicación practica de estos resultados las siguientes consideraciones:

- La interpretación de los ensayos de penetración debe de ser cualitativa, siendo estos ensayos complemento de sondeos mecánicos o calicatas las cuales comunican de manera precisa sobre la litología y estratigrafía del suelo.
- Si se atraviesan materiales con gravas, los diagramas deben de interpretarse con las convenidas reservas ya que el golpeo de la puntaza contra elementos gruesos puede llevar a resultados que no presentan la realidad.
- Los ensayos de penetración suministran una información referida a la resistencia del suelo en rotura. Los datos aportados por este ensayo, al tratarse de un ensayo de corte, no poseen correlación con datos referidos a asentamientos.

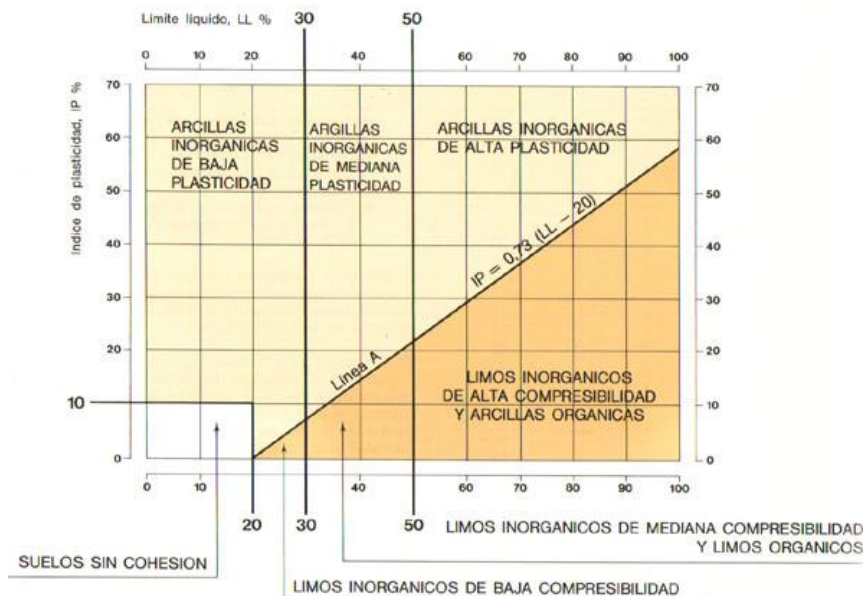
6. Ensayos de laboratorio.

De la muestra que han sido obtenidas en la relación de los sondeos se ha realizado ensayos de laboratorio suficientes para la determinación de la granulometría, plasticidad, y contenidos de sulfatos, según la normativa UNE pertinente.

6.1. Plasticidad.

La plasticidad se ha determinado con los Límites de Atterberg los cuales se determinan para clasificar y conocer la plasticidad de un suelo.

Para la determinación de la plasticidad se usado el Grafico de plasticidad de Casagrande donde una vez determinados los valores de plasticidad se introducen los valores y se determina la plasticidad del suelo.



Gráfica 2. Grafica de plasticidad de casagrande.

El índice de plasticidad es de 32 %. El índice de plasticidad se trata de la diferencia entre el límite plástico (LP) y el límite líquido (LL), siendo:

- Límite líquido (LL): se trata cantidad de agua, expresada en tanto por ciento del peso en seco, que el suelo ha de tener para que se encuentre en la transición entre el estado viscoso o semilíquido y el plástico. El resultado del límite líquido fue del 46%.
- Límite plástico (LP): se trata de la cantidad de agua, expresada en tanto por ciento del peso en seco, que el suelo ha de tener para que se encuentre en transición entre el estado semisólido y el plástico. El resultado del límite plástico fue de 20 %.

Por lo que según el Grafico de Plasticidad de Casagrande se clasifica el suelo como arcillas inorgánicas de media plasticidad.

6.2. Contenido de sulfatos.

Se ha realizado un análisis del contenido de sulfatos solubles para poder determinar la agresividad del suelo frente al hormigón. Los resultados de estos análisis indican que no se encuentra cantidad apreciable de sulfatos solubles.

Por lo que frente a los resultados obtenidos no será necesario la utilización de cementos sulfurresistentes en los hormigones que vayan a entrar en contacto con el suelo.

6.3. Granulometría.

Los suelos están formados por una composición de partículas sólidas inorgánicas donde sus huecos están ocupados por agua y aire en proporciones variables.

Lo que se pretende con este ensayo se trata de realizar una determinación de los distintos tañados de los granos que hay en la fracción arenosa del suelo en forma de porcentajes para poder conocer el grado de compactación del suelo y clasificar el suelo.

El suelo, según el ensayo de granulometría está compuesto por:

Tabla 10. Ensayo de granulometría.
Fuente: Elaboración propia.

Gravas	30,50%
Gravillas	15,50%
Arena gruesa	18,50%
Arena fina	19,50%
Limos y arcillas	16,00%

7. Medición del nivel freático.

En las profundidades proyectadas por las penetraciones dinámicas realizadas no se ha encontrado nivel freático.

8. Conclusiones.

Los 4 ensayos realizados muestran tendencias similares de capacidad portante estimada del terreno, pero los valores de carga de estos ensayos son algo dispares, por lo que se ha optado por plasmar en el presente estudio geotécnico el ensayo mas desfavorable para poder prevenir problemas de asientos mecánicos diferenciales siendo el ensayo más desfavorable el ensayo 1 de la prueba de penetración. Como se puede observar el dicho ensayo se ha obtenido rechazo a -3.4 m.

De cara a los cálculos pertinentes se considera que el valor de la tensión admisible para el dimensionamiento es de $1.9 \text{ kp/cm}^2 \sim 0.19 \text{ N/mm}^2$ debido a que se trata del menor valor de tensión admisible que se ha obtenido, se ha elegido este valor siendo conservadores de cara a la cimentación.

El terreno estudiado presenta un drenaje adecuado y no hay problemas de cara a la existencia de nivel freático.

El suelo se trata de un suelo con agresividad débil debido a que no se encuentre presencia significativa de sulfatos.

No hay ningún tipo de inconveniente para poder edificar en terrenos donde se va a realizar dicho proyecto. Cumple con los empujes del terreno y la tensión admisible considerados en el Documentos Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE) y en el Código Técnico en el Documento Básico de seguridad Estructural Cimientos (CTE DB SE-C).

9. Normativa utilizada.

Se han seguido las especificaciones del Estudio Geotécnico, apartado 3, del Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos del Código Técnico de la Edificación para la realización de este estudio.

En Soria a 21 de julio de 2019

Fdo: Alberto Barrio Pérez.

ANEJO VI: INGENIERÍA DEL PROCESO

INDICE

1. Proceso productivo.....	1
1.1. Producción de biogás.	1
1.1.1. Hidrolisis.	2
1.1.2. Etapa fermentativa.	3
1.1.3. Etapa acetogénica.	4
1.1.4. Etapa metanogénica.	4
1.2. Parámetros que afectan al proceso.	5
1.2.1. Introducción.....	5
1.2.2. Parámetros ambientales.....	5
1.2.3. Nutrientes (Relación Carbono/Nitrógeno).	5
1.2.4. pH y alcalinidad.	5
1.2.5. Potencial redox.....	6
1.2.6. Tóxicos e inhibidores.....	6
1.2.7. Parámetros operacionales o de funcionamiento.	7
2. Cuantificación y producción de biogás.	12
2.1. Cuantificación y producción de biogás del purín.	12
2.2. Cuantificación y producción de biogás producido por la paja.	14
2.3. Características de la mezcla y producción de biogás total.	16
3. Puesta en marcha de la actividad.....	17
4. Actividades del proceso productivo.	18
4.1. Introducción.	18
4.2. Área de recepción y agitación de la mezcla.	19
4.3. Área de digestión anaerobia.	20
4.4. Área de purificación del biogás.	22
4.5. Área de transformación del biogás.....	22
4.6. Área de transformación del biogás.....	23
5. Necesidades térmica.....	24
5.1. Introducción.	24
5.2. Cálculo de la energía necesaria para elevar la temperatura del sustrato.	24
5.3. Cálculos necesarios para determinar las pérdidas térmicas que presenta el digestor.....	25
5.4. Energía térmica total a aportar.....	27
5.5. Necesidades térmicas mensuales.....	28

5.6. Energía térmica anual necesaria.....	33
6. Condiciones de operación.....	34
6.1. Introducción.....	34
6.2. Energía térmica demandada por el digestor.....	35
6.3. Análisis del precio de compra de la energía eléctrica.....	35
6.4. Análisis del precio de venta de energía.....	36
6.5. Acumulación de biogás.....	36
6.6. Energía eléctrica total destinada a la explotación.....	42
6.7. Energía eléctrica vertida a la red eléctrica.....	48
6.8. Energía térmica destinada a explotación.....	49
7. Reducción de toneladas de CO ₂	50
7.1. Introducción.....	50
7.2. Reducción de toneladas de CO ₂ por la gestión de purín.....	51
7.3. Reducción de toneladas de CO ₂ por energía eléctrica.....	52
8. Características del digestato.....	52

1. Proceso productivo.

1.1. Producción de biogás.

La digestión anaerobia es un proceso biológico que se da en ausencia de oxígeno y consiste en la degradación de la materia orgánica debido a la acción de un conjunto de microorganismos. Este proceso afecta a los siguientes parámetros:

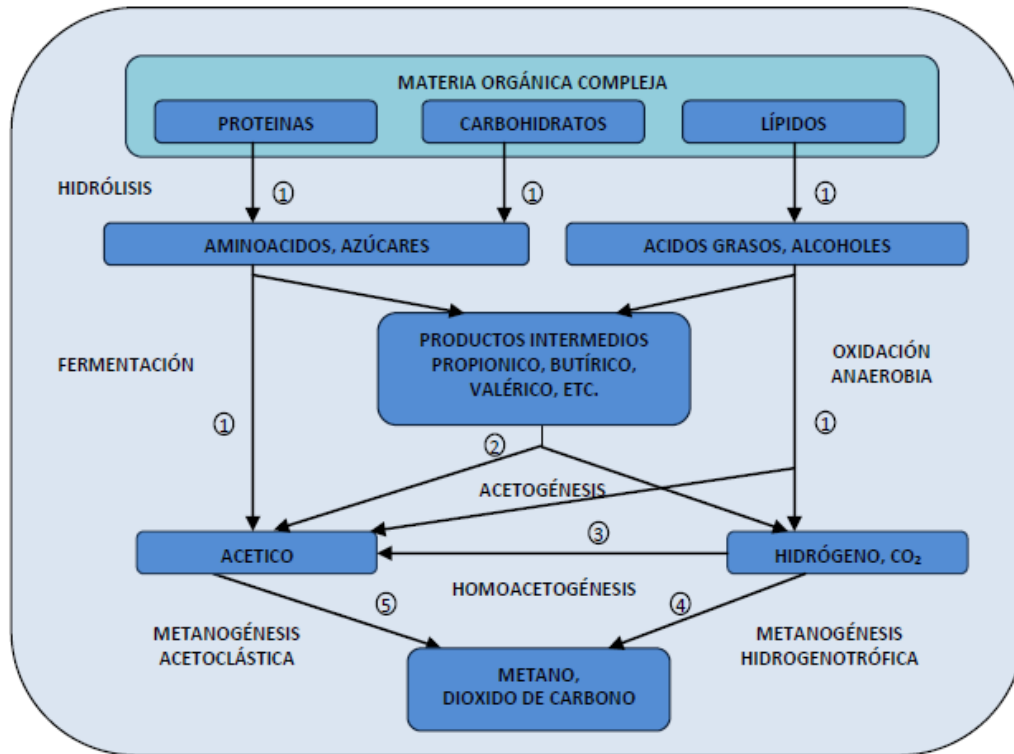
- La concentración de materia orgánica se ve reducida.
- Los malos olores de las deyecciones los reduce.
- Reduce el contenido de sólidos.
- El contenido de microorganismos patógenos se ve reducido, especialmente cuando se realiza en rangos termofílicos.
- El nitrógeno orgánico se transforma en nitrógeno amoniacal el cual posee un valor agronómico.

Como resultado final de la degradación de dicha materia orgánica se obtiene el biogás. El biogás se trata de una mezcla de los gases resultantes los cuales son principalmente el metano, entre un 50-75 %, y de dióxido de carbono, entre un 25-50 %, pero también contiene pequeñas cantidades de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y otros gases traza. La composición de este gas se determina esencialmente por el tipo de sustrato que se va a descomponer y los distintos diseños de las plantas, pero las características generales del biogás producido son las siguientes:

Tabla 1. Características generales del biogás.
Fuente: Manual de biogás.

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

La digestión anaerobia está caracterizada por la existencia de varias fases consecutivas diferenciadas en el proceso de degradación del sustrato donde intervienen 5 grandes producciones de microorganismos. Estas poblaciones se caracterizan ya que cada población está compuesta por bacterias de diferentes velocidades de crecimiento debido a las diferentes condiciones de entorno (potencial redox, pH, sensibilidad a cada compuesto intermedio como inhibidor), pero muchas de las etapas de las reacciones ocurren de forma simultánea.



Esquema 1. Características generales del biogás.
Fuente: Pavlostathi y Giraldo-Gómez, 1991.

En el anterior esquema se muestra de manera esquemática las diferentes fases del proceso de digestión anaerobia siendo a continuación explicados más detalladamente.

1.1.1. Hidrolisis.

Se trata del primer paso necesario para la degradación de la materia orgánica, si este paso no se realiza no se podrán realizar las etapas posteriores.

La materia orgánica polimérica no puede ser utilizada por los microorganismos, a no ser que se hidrolice en compuestos orgánicos solubles para que de este modo, los microorganismos puedan atravesar la pared celular. Esta hidrolisis es llevada a cabo por la acción de enzimas extracelulares producidas por bacterias hidrolíticas. Siendo la hidrolisis el proceso por el que se proporcionan sustratos orgánicos para la digestión anaeróbica.

En la hidrolisis se hidrolizan las proteínas, carbohidratos y grasas y aceites por lo que se puede dividir en tres partes:

- Hidrolisis de las proteínas en aminoácidos.
Los aminoácidos de las proteínas poseen un elevado valor nutricional y son una fuente de carbono y energía. Por este motivo, las proteínas constituyen un sustrato muy importante en el proceso de digestión anaeróbica. Las proteínas se hidrolizan por la acción de la enzima hidrolasa en péptidos y aminoácidos. Parte de los aminoácidos hidrolizados se utilizan para la síntesis de nuevo material y el resto se degradan a ácidos volátiles, hidrógeno, amonio, dióxido de carbono y sulfuro en las siguientes etapas del proceso.

- Hidrolisis de los carbohidratos en azúcares simples.
La hidrolisis de estos compuestos tiene lugar en varias horas frente a las de las proteínas y los lípidos que tarda varios días. Se degradan gracias a la acción de enzimas denominadas hidrolasas.
- Hidrolisis de lípidos en ácidos grasos de cadena larga.
Los lípidos se degradan debido a la acción de las enzimas denominadas lipasas las cuales producen ácidos grasos de cadena larga y glicerina.

La etapa limitante en el proceso de la hidrolisis se trata de la velocidad de degradación del material lignocelulósico debido a que la lignina tiene una alta resistencia a la degradación por parte de los microorganismos.

La tasa de hidrolisis independientemente del proceso del que se trate aumenta la temperatura. Esta etapa puede verse afectada por algún compuesto que sea tóxico o inhibidor de las bacterias hidrolíticas.

1.1.2. Etapa fermentativa.

En esta etapa intervienen bacterias facultativas y anaeróbicas obligadas que colectivamente se denominan bacterias formadoras de ácidos.

Durante esta etapa tiene lugar la fermentación de las moléculas orgánicas solubles obtenidas en la etapa anterior. Estas moléculas, bajo la acción de bacterias fermentadoras, se transforman en compuestos como el acético, fórmico e hidrógeno que podrán ser utilizados directamente por las bacterias metanogénicas, y compuestos más reducidos, como el propiónico, butírico, valérico, láctico y etanol, los cuales deben de ser oxidados por bacterias acetogénicas en la siguiente etapa del proceso, además de la producción de dióxido de carbono.

Las diferentes fermentaciones que tienen lugar en esta etapa son las siguientes:

- Fermentación de aminoácidos.
Los productos de esta fermentación son los ácidos grasos de cadena corta, ácido succínico, ácido aminovalérico e hidrógeno. Se trata de un proceso rápido y no suele limitar la degradación de los compuestos proteicos.
- Fermentación de carbohidratos solubles.
La fermentación de los azúcares se realizan por diversos tipos de microorganismos, convirtiendo la glucosa y algunos aminoácidos en ácido butírico, dióxido de carbono e hidrógeno.

Hay una serie de bacterias denominadas ácido-propiónicas que llevan a cabo un proceso distinto produciendo la fermentación de polihidroalcoholes, carbohidratos y ácido láctico de los cuales se obtienen dióxido de carbono, ácido propiónico, ácido succínico y ácido acético.

- Fermentación de ácidos grasos de cadena larga.
Los ácidos grasos de cadena larga se degradan principalmente por la β -oxidación.

1.1.3. Etapa acetogénica.

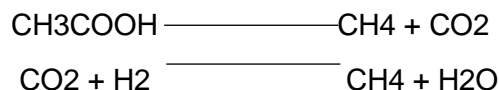
Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, mientras que algunos productos de la fermentación pueden ser metabolizados directamente por las bacterias metanogénicas, otros deben de ser transformados en productos más sencillos como acetato (CH_3COO^-), hidrógeno (H_2) y dióxido de carbono (CO_2), que se tratan de precursores del biogás, a través de las bacterias acetogénicas.

En esta etapa es muy importante la presión parcial del hidrogeno ya que, un contenido excesivo en hidrogeno impide la conversión de los productos intermedios de la acidogénesis por razones relacionadas con la energía, acumulándose de esta manera los ácidos orgánicos e inhibiéndose la formación de metano. Por este motivo, las bacterias acetogeneticas deben de convivir los microorganismos homoacetogéneticos. Estos microorganismos se tratan de un tipo de bacterias capaces de crecer heterotróficamente en presencia de azúcares o compuestos monocarbonados, produciendo como único producto acetato, estos microorganismos no producen hidrogeno, sino que lo consumen como sustrato. De esta manera permite mantener presiones bajas de hidrogeno asegurando de este modo la actividad de las bacterias tanto acetogénica como acidogénica.

A esta altura del proceso, 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, que se trata de ácidos volátiles sencillos, son los que se van a utilizar como sustrato en las bacterias metanogénicas en la etapa siguiente. La principal limitante de este proceso es el hidrogeno molecular debido a que con una elevada presión de hidrogeno se reduce la formación de acetato, aumentando la producción de ácido butírico, etanol y ácido propiónico.

1.1.4. Etapa metanogénica.

En la etapa final del proceso, las bacterias metanogénicas transforman el ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, en metano y dióxido de carbono. Las bacterias responsables de este proceso son anaeróbicas estrictas. Se distinguen dos tipos de microorganismos, los que degradan el ácido acético a metano y dióxido de carbono (bacterias metanogénicas acetoclásticas) y los que reducen el dióxido de carbono con hidrógeno a metano y agua (bacterias metanogénicas hidrogenófilas).



La principal vía de producción de metano se trata de las bacterias metanogénicas acetoclásticas, con alrededor del 70% del metano producido. Este es un proceso lento y constituye la principal etapa limitante del proceso de degradación debido a que los microorganismos son estrictamente anaeróbicos y con unas bajas tasas de crecimiento, lo que se traduce en que, si tienen algún problema en reproducirse y o en consumir los ácidos por algún inhibidor o por falta de tiempo en el proceso se produce una bajada de pH, una acumulación de ácido y el proceso se saturará.

1.2. Parámetros que afectan al proceso.

1.2.1. Introducción.

Para un adecuado control de la operación es necesario tener conocimiento de los parámetros que afectan al proceso de fermentación anaeróbica, parámetros ambientales y operacionales. El control de estos parámetros se debe a que las bacterias se tratan del componente principal del proceso de digestión y se han de mantener en unas adecuadas condiciones para la optimización del ciclo biológico. Esto se consigue cuando la población microbiana se encuentra en equilibrio dinámico, lográndose con la adecuación de los parámetros que influyen en su ecosistema, mostrándose a continuación cuales son cada uno de ellos.

1.2.2. Parámetros ambientales.

Estos parámetros hacen alusión a las condiciones que hay que asegurarse y ha de mantenerse para que se realice un adecuado desarrollo del proceso. Estos parámetros son los siguientes:

1.2.3. Nutrientes (Relación Carbono/Nitrógeno).

Para el desarrollo del proceso se necesita, además de una fuente de carbono y energía, la presencia de una serie de nutrientes minerales (nitrógeno, azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc.). En el medio a digerir debe haber una relación adecuada entre nutrientes para el desarrollo de la flora bacteriana.

El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono se trata de una fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Las bacterias metanogénicas consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de Carbono/Nitrógeno entorno 20/1 y 30/1. Los valores inferiores a estas relaciones se traducen en un exceso de nitrógeno y posibles problemas de inhibición de amoníaco.

Normalmente, la FORSU, los residuos ganaderos y los fangos de depuración de aguas residuales presentan nutrientes en las proporciones adecuadas. Sin embargo, en la digestión de ciertos residuos industriales puede ser necesario la adición de dichos elementos o bien un postratamiento aeróbico.

1.2.4. pH y alcalinidad.

Los organismos que intervienen en cada fase son diferentes, por lo que se debe de establecer un equilibrio entre la producción de ácidos y su regresión para que todos los microorganismos puedan coexistir dentro del biodigestor y encuentren las posibilidades ambientales para su desarrollo. Por lo que el pH en los lodos de digestión es indicio de si la digestión se está realizando en condiciones adecuadas, ya que si los organismos productores de metano son inhibidos no se degradan los ácidos producidos y el pH del digestor bajaría progresivamente. Así, el intervalo de pH óptimo de los microorganismos hidrolíticos es entre 7,2 y 7,5, para los acetogénicos entre 7 y 7.2 y para los metanogénicos entre 6.5 y 7.5. Por lo que el pH de los lodos de digestión tiene que ser cercano a la neutralidad, entre un 7 y un 8, debido que con un pH inferior a 6.2 los microorganismos productores de metano no pueden sobrevivir lo que se traduce en el que biogás generado es muy pobre y por lo tanto posee menores cualidades energéticas.

El pH afecta a diferentes equilibrios químicos existentes en el medio, desplazando estos equilibrios hacia la formación de un determinado componente que tenga influencia en el proceso. Al aumentar el pH se favorece a la formación de amoníaco, que a altas concentraciones es inhibidor del crecimiento microbiano y a valores de pH bajos se genera mayoritariamente la forma ionizada del ácido acético que inhibe el mecanismo de degradación del propionato.

A veces para mantener un adecuado nivel de pH en el digestor es necesaria la suplementación de alcalinidad. Para dicha suplementación se utilizan ciertos productos químicos, prefiriéndose el bicarbonato de sodio debido a su alta solubilidad y baja toxicidad. Por lo que el nivel de pH deseado en el digestor se puede conseguir ajustando el pH de las materias primas que entran en el digestor o controlando el digestor per se.

1.2.5. Potencial redox.

El potencial redox indica el carácter reductor o oxidante del sistema. Este valor se debe mantener entre -220 mV a -350 mV a pH 7.0 para poder asegurar un ambiente fuertemente reductor que las bacterias necesitan para su óptima actividad.

1.2.6. Tóxicos e inhibidores.

La digestión anaerobia puede ser inhibida por la presencia de sustancias tóxicas en el sistema. Estas sustancias pueden ser tanto subproductos de la actividad metabólica de los microorganismos existentes, como formar parte de las materias primas que se introducen en el digestor. Muchas de las bacterias anaeróbicas existentes en el medio son capaces de degradar compuestos orgánicos refractarios.

Sustancias tales como el amoníaco, metales pesados, compuestos halogenados, cianuro y fenoles pueden formar parte de las materias primas que se introducen en el digestor, mientras que el sulfuro, amoníaco y ácidos grasos pueden ser los subproductos de la actividad metabólica de los organismos. A continuación, se muestran algunos inhibidores que afectan a la digestión anaerobia:

- Oxígeno.
El efecto inhibidor del oxígeno no es permanente ya que existen microorganismos que irán consumiendo el oxígeno que pueda tener el medio.
- Ácidos grasos volátiles.
En un sistema anaeróbico óptimo, la concentración de AGV es baja y se encuentra en un rango de 50-250 mg HAc/l. Cuando la relación simbiótica entre acidogénicos y metenogénicos se rompe los ácidos grasos volátiles se acumulan lo que provoca la inhibición de las bacterias metanogénicas.
- Hidrogeno.
La acumulación de hidrogeno provoca la inhibición de la acetogénesis y por consiguiente la acumulación de ácidos grasos volátiles con más de dos átomos de carbono.

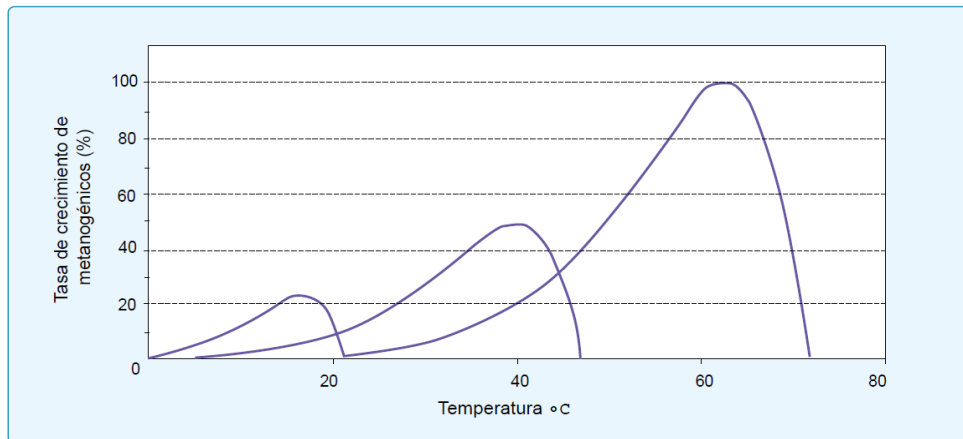
- Nitrógeno amoniacal.
El nitrógeno amoniacal se trata de la suma del ión amonio y del amoniaco. La especie que parece inhibir el proceso se trata del amoniaco libre.
- Sulfatos y sulfuros.
La presencia de elevadas concentraciones de sulfato puede producir la inhibición de la metanogénesis debido a que, en presencia de sulfatos, las bacterias metanogénicas compiten con las sulfato-reductoras por los mismos sustratos, acetato e hidrogeno. El resultado de esta competencia se trata de la proporción existente de metano y de ácido sulfhídrico. Además, el sulfuro también es inhibidor de muchos grupos bacterianos.
- Cationes y metales pesados.
A bajas concentraciones los cationes de metales alcalinotérreos y alcalinos poseen un efecto estimulador de la actividad de las bacterias, pero a partir de un nivel de concentración puede provocar toxicidad, provocando una disminución de la velocidad de crecimiento.
- Otros inhibidores.
Otros inhibidores del proceso son el pH, determinadas sustancias orgánicas como ácidos grasos de cadena larga y alcoholes, cuando sus valores no son los adecuados.

1.2.7. Parámetros operacionales o de funcionamiento.

Estos parámetros hacen referencia a las condiciones de trabajo de los reactores. A continuación, se indican cuáles son este tipo de parámetros.

- Temperatura.
La digestión anaeróbica se puede llevar a cabo en un amplio intervalo de temperaturas, pero dependiendo del tipo de bacterias que se utilicen se pueden diferenciar tres intervalos diferentes:
 - Rango psicrófilos: Estos rangos de temperatura son los menores de 20 °C, donde la temperatura óptima es de 15 °C.
 - Rangos mesófilos: Las temperaturas de este rango es de los 20 °C a los 45 °C siendo la temperatura óptima sobre los 35 °C.
 - Rangos termófilos: Las temperaturas de este rango son aquellas que sobrepasan los 45°C siendo la temperatura óptima de 55°C.

A medida que aumenta la temperatura la tasa de hidrólisis y la velocidad de crecimiento aumentan lo que provoca el aumento de la producción de biogás.



Gráfica 1. Tasa de crecimiento relativo de microorganismos psicrófilos, mesofílicos y termofílicos. Fuente: Manual de biogás.

En general, el intervalo mesofílico es el más utilizado, pese a que en el termofílico es donde se tiene la mayor producción de biogás. Esto es debido a la mayor sensibilidad que presentan las bacterias termofílicas a las pequeñas variaciones térmicas, lo que conlleva a un mayor control del sistema y, por tanto, a una actividad más costosa. Por otro lado, en este intervalo de temperatura el mantenimiento del sistema consume más energía que la que puede proporcionar el gas resultante.

- Niveles de sólidos totales y sólidos volátiles.

La materia orgánica está compuesta por agua y por una fracción sólida que se denomina sólidos totales (ST). El porcentaje de sólidos totales que se introducen en el digestor es un factor importante a considerar para que el proceso de digestión se efectúe de manera satisfactoria ya que, a medida que aumenta el contenido de sólidos totales el movimiento de las bacterias metanogénicas se ve crecientemente limitado. Afectando esto a la eficiencia y producción de biogás.

Se ha demostrado que la cantidad de sólidos totales en los digestores semicontinuos no debe superar el 8%-12%, mientras que los digestores discontinuos estos pueden estar entre el 40-60%.

En la siguiente tabla se observan el contenido de sólidos totales de diversos residuos.

Tabla 2. Porcentaje de sólidos totales de diversos residuos.
Fuente: Manual de biogás.

Materias primas	% Sólidos totales
Residuos animales	
Bovinos	13.4 – 56.2
Porcinos	15.0 – 49.0
Aves	26.0 – 92.0
Caprinos	83.0 – 92.0
Ovejas	32.0 – 45.0
Conejos	34.7 – 90.8
Equinos	19.0 – 42.9
Excretas humanas	17.0
Residuos vegetales	
Hojas secas	50.0
Rastrojo maíz	77.0
Paja trigo	88.0 – 90.0
Paja arroz	88.8 – 92.6
Leguminosas (paja)	60.0 – 80.0
Tubérculos (hojas)	10.0 – 20.0
Hortalizas (hojas)	10.0 – 15.0
Aserrín	74.0 – 80.0

Los sólidos volátiles se tratan de la porción de sólidos totales que se libera de una muestra, volatilizándose cuando se calienta durante dos horas a 600°C. Estos sólidos son los que contienen componentes orgánicos, que se convertirán en metano.

- Mezclado homogéneo y agitación.

Es necesario realizar un mezclado homogéneo y una agitación de los residuos animales para reducir el tiempo de producción del biogás. Con este mezclado homogéneo se consigue reducir el tiempo de digestión debido a que se tiene a un mayor contacto de los microorganismos activos con los residuos suministrados, se mantiene la homogeneidad térmica, lo que prevé la estratificación, favorece a la transferencia de gases y evita la formación de espumas y sedimentación.

La agitación puede ser de dos tipos:

- Agitación neumática: El sustrato se ve desplazada debido a la acción de elementos giratorios provenientes de turbinas o agitadores de baja velocidad.
- Agitación mecánica: Cuyo funcionamiento consiste en el burbujeo de biogás recirculado a la presión adecuada. El biogás es recogido del digestor el cual se descarga y comprime mediante una serie de difusores ubicados principalmente en el fondo del tanque.

- Tiempo de retención hidráulico (TRH).

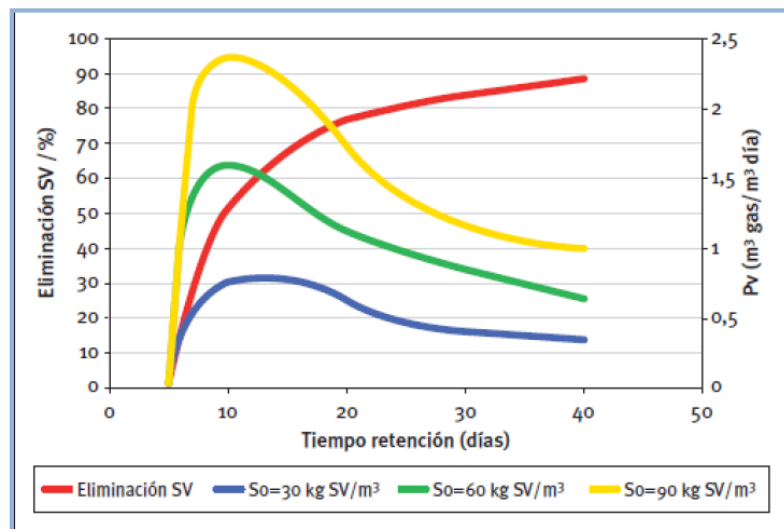
El tiempo de retención hidráulico se define como el tiempo que el sustrato está sometido a la acción de los microorganismos en el reactor. Este parámetro se expresa en días y está relacionado con la temperatura y el tipo de sustrato que se añade al digestor. La selección de una mayor temperatura provoca una disminución en los tiempos de retención que se requieren y por lo tanto el volumen del reactor será menor.

Este parámetro es definido como el cociente entre el volumen del digestor y el caudal del fluido que entra en el digestor, definiéndose la ecuación del siguiente modo:

$$THR = \frac{V_R}{V}$$

- HRT = Tiempo de retención hidráulico.
- V_R = Volumen del reactor (m^3).
- V = Caudal diario (m^3/d).

En la siguiente gráfica se indica la cantidad de tendencia general de producción específica del biogás por volumen del reactor y el porcentaje de eliminación de materia orgánica, expresada en forma de sólidos volátiles, en función del tiempo de retención para un digestor anaerobio de mezcla completa.



Gráfica 2. Eliminación de sólidos volátiles y de producción volumétrica de biogás (m^3 biogás/ m^3 sustrato día). Fuente: Centro GIRO.

En esta gráfica se puede observar que existe un tiempo mínimo donde el digestor no produce biogás, los primeros 7 días. Además, se puede apreciar que la eliminación de sólidos totales sigue una tendencia asintótica.

- Velocidad de carga orgánica.

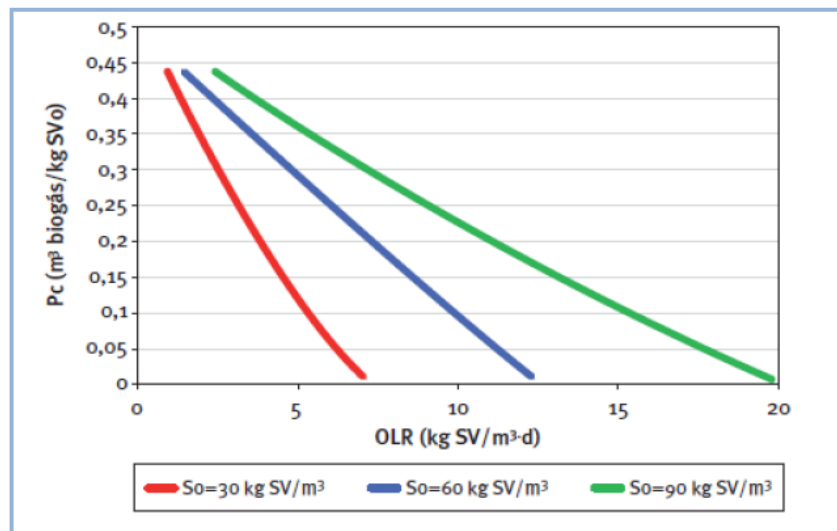
La velocidad de carga orgánica se puede definir como la cantidad de materia orgánica introducida por unidad de volumen y tiempo. Se expresa en kg SV/m³ al día y se trata del cociente entre el caudal diario de solidos volátiles que entran en el digestor anaerobio entre el volumen del digesto.

$$VCO = \frac{V[SV]_o}{V_R}$$

Siendo:

- V_R = volumen del digestor (m³).
- V = caudal diario (m³/día).
- [SV]_o = Concentración de materia orgánica (kg SV/m³).

En la siguiente grafica se puede observar la producción de gas por unidad de carga en función de la velocidad de carga orgánica.



Gráfica 3. Producción de gas por unidad de carga en función de la velocidad de carga orgánica. Fuente: Centro GIRO.

Valores bajos implican baja concentración del efluente o elevado tiempo de retención. El incremento en la velocidad de carga orgánica implica una reducción en la producción de gas por unidad de materia orgánica introducida, por lo que hay que encontrar un valor óptimo.

2. Cuantificación y producción de biogás.

2.1. Cuantificación y producción de biogás del purín.

La explotación produce anualmente un total de 30000 m³ de purín. El purín generado se trata de una mezcla de las eyecciones de lechones de hasta 20 kilogramos, cerdas de reposición y cerdas reproductoras y agua de limpieza de los alojamientos de los animales.

El 28 de septiembre del 2018 de septiembre se realizó una analítica de una muestra de purín de 2 litros tomada el día 27 de septiembre de 2018 de la balsa de purines. En la analítica se obtuvieron los siguientes parámetros agronómicos, siendo el valor de fosforo representado como P₂O₅ y el valor de potasio como K₂O.

Tabla 3. Parámetros agronómicos del purín.
Fuente: COPISO.

Parámetro agronómico	Unidad
Amonio (N)	4,98%
Materia seca	3,10%
Nitrógeno total (N)	6,56%
Fosforo	5,53%
Potasio	5,16%

Para poder determinar la cantidad de biogás que producen los purines generados por la explotación, hay que calcular la cantidad de solidos totales y solidos volátiles que se producen siendo el valor de cada uno de ellos el siguiente:

- Solidos totales.

La densidad del purín es de 1,010 kg/m³, esta densidad es prácticamente igual a la del agua debido a que el 97% de la totalidad del purín se trata de agua, por lo que habrá un total de 30.300.00 kg de purín generados al año.

Al ser el porcentaje de materia seca del 3.1%, anualmente se producen un total de 939.300 kg de solidos totales.

- Solidos volátiles.

Para el cálculo de la cantidad de solidos volátiles se ha tomado como el porcentaje de solidos volátiles del purín de cerdo 75%, este porcentaje se ha tomado de la tabla siguiente:

Tabla 4. Porcentaje de sólidos volátiles de distintos tipos de purín de cerdos. Fuente: PSE PROBIOGAS

Subcategoría	Coef. Directo (t/cabeza*año)	ST (%)	SV (% ST)	Kg SV/(cabeza*d)
G1.01 Lechones	0,14 [0,10-0,17]	[13,10 - 21,90 %]	75,00%	0,049
G1.02 Recría / transición, reposición, cebo	1,22 [0,95-1,49]	[13,65 - 21,35 %]	75,00%	0,438
G1.03 Cerdas, verracos	2,56 [1,87-3,25]	[12,77 - 22,22 %]	75,00%	0,920

Por lo que la cantidad total de solidos volatiles que se producen anualmente son de 704.475 kg.

- Biogás producido.

La cantidad de biogás generado se ha efectuado siguiendo los parámetros de la siguiente tabla, fijándonos únicamente en la cantidad de biogás que puede producir el purín de cerdo, siendo este valor dado en m³/kg SV.

Tabla 5. Cantidad de biogás producido por metro cúbico de solido volátil. Fuente: Biogas from waste and renewable resources

Substrate for biogas production ^{16),(17),(18),(19),(20)}	DM [%] oDM in DM [%]	Biogas yield [m ³ kg ⁻¹ oTS] Retention time [d]	Production advice
	Productive livestock husbandry		
Liquid manure from cattle	6–11 68–85	0.1–0.8 –	U, I
Excreta from cattle (fresh)	25–30 80	0.6–0.8 –	U, I
Liquid manure from pigs	3–10 77–85	0.3–0.8 –	U, I
Excreta from pigs	20–25 75–80	0.27–0.45 –	U, I
Excreta from chicken	10–29 67–77	0.3–0.8 –	U, I
Excreta from sheep (fresh)	18–25 80–85	0.3–0.4 –	U, I
Excreta from horses (fresh)	28 25	0.4–0.6 –	U, I
Low-fat milk	8 92	0.7 –	
Whey	4–6 80–92	0.5–0.9 3–10	U, I pH value decrease
Whey without sugar	95 76	0.7 –	
Starch sludge	–	–	U, I

Como se puede apreciar la cantidad de biogás generado por cada kilogramo de solido volátil es entre 0,3m³-0,8 m³ debido a que, por lo que tomaremos como referencia la media de estos dos valores, es decir, 0,55 m³.

Una vez definido este valor se puede calcular la cantidad de biogás que se genera anualmente en la explotación, tratándose de 387.461,3 m³.

A continuación, se recogen una serie de parámetros que se han utilizado para determinar la cantidad de biogás que se genera anualmente.

Tabla 6. Parámetros para determinar la cantidad de biogás generado por el purín de explotación. Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Unidad	Valor
Densidad	kg/l	1010
Sólidos totales	%	3.1
Sólidos volátiles	%	75
C/N	g C / g N	3.5
pH	-	7.5
Biogás Producido	m ³ CH ₄ / kg SV	0.36

2.2. Cuantificación y producción de biogás producido por la paja.

Las bacterias metanogénicas consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación más óptima de carbono/nitrógeno se trata de la 30/1. Cuando esta relación es menor a los valores considerados adecuados, entre 20/1 y 30/1, se puede inhibir el proceso de producción de metano. Si en el interior del digestor anaerobio la relación carbono/nitrógeno adecuada, se produce un mejor desarrollo del proceso y la producción de biogás es máxima para un mismo volumen.

Por este motivo la cuantificación de la paja se realizará para que la relación carbono/nitrógeno sea 30, siendo la paja que se va a utilizar paja de cereal de las parcelas cercanas a la explotación.

Para determinar la cantidad de biogás que produce la paja es necesario conocer la cantidad de paja que hay que añadir, así como el porcentaje de sólidos totales y sólidos volátiles que posee la paja de cereal.

- Cantidad de paja necesaria.

Como se ha explicado anteriormente, la cantidad de paja a añadir al purín será la necesaria para elevar la relación carbono/nitrógeno a 30. Para ello se ha utilizado la siguiente expresión:

$$K = \frac{C1*Q1 + C2*Q2 + \dots + Cn*Qn}{N1*Q1 + N2*Q2 + \dots + Nn*Qn}$$

- K: C/N de la mezcla de materias primas.
- C: Porcentaje de carbono orgánico contenido en cada materia prima.
- N: Porcentaje de nitrógeno orgánico contenido en cada materia prima.
- Q: Sólidos totales de cada sustrato (kg).

Una vez realizada la operación se determina que el contenido de paja a mezclar con el purín para que la relación C/N sea 30 es de 325.519,07 kg de sólidos totales anuales.

- Determinación de materia fresca, sólidos totales, y producción de biogás.
Para poder determinar la cantidad de materia fresca de paja que se ha de añadir al purín es necesario conocer el porcentaje de sólidos volátiles respecto a los sólidos totales. Una vez determinados los sólidos totales, determinar la cantidad de materia fresca, mediante el porcentaje de sólidos totales que hay respecto a la materia fresca. Los valores necesarios se han recogido de la siguiente tabla, siendo la categoría que no atañe “Straw from cereals”.

Tabla 7. Parámetros necesarios para determinar la cantidad de biogás producido por la paja de cereal. Fuente: Biogas from waste and renewable

<i>Substrate for biogas production</i> ^(6,17,19,20)	<i>DM [%] oDM in DM [%]</i>	<i>Biogas yield [m³ kg⁻¹ oTS] Retention time [d]</i>	<i>Production advice</i>
Diverse kinds of cereals	85-90 85-89	0.4-0.9 -	U, S, II
Straw from cereals	86 89-94	0.2-0.5 -	U, II
Matze straw	86 72	0.4-1.0 -	U, II
Rice straw	25-50 70-95	0.55-0.62 -	U, II
<i>Wastes from the food and fodder industry</i>			
Potato mash, potato pulp, potato peelings	6-18 85-96	0.3-0.9 3-10	U, S, II Inhibition through volatile fatty acids
Potato pulp dried, potato shred, potato flakes	88 94-96	0.6-0.7 -	U, S, II
Cereal mash	6-8 83-90	0.9 3-10	U, S, II Inhibition through volatile fatty acids

Como se puede observar, esta tabla también recoge la cantidad de biogás que se produce por cada kilogramo de sólido volátil, estando el valor entre 0,2 m³ y 0,5 m³, para el cálculo se usará un valor medio, es decir, 0.35 m³/kg SV.

Conocidos los parámetros para determinar la cantidad de materia fresca y la cantidad de biogás producido por la paja utilizada en la co-digestión, los valores de estas cantidades son los siguientes:

- Materia fresca a introducir: 413.952,32 kg/año.
- Cantidad de biogás producido: 114.631,68 m³/año.

- Cantidad de hectáreas necesarias.

Para conocer la cantidad de hectáreas de trigo que harán falta para suministrar la cantidad de paja necesaria, se debe conocer la cantidad de paja que se produce por hectárea, en Castilla y León, el valor medio es de 1800 kg/ha, por lo que serán necesarias 230 ha.

A continuación, se recogen una serie de parámetros que se han utilizado para llegar a la cantidad de biogás que se produce anualmente.

Tabla 8. Parámetros de la paja de trigo utilizados.

Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Unidad	Valor
Sólidos totales	%	86
Sólidos volátiles	%	92
C/N	g C / g N	87
pH	-	6,5
Biogás Producido	m ³ CH ₄ / kg SV	0,35

2.3. Características de la mezcla y producción de biogás total.

En la mezcla que va al digestor, la proporción que hay entre el purín generado por la explotación y la paja que se añade es de 139:1. Esto quiere decir que por cada 139 kg de purín vertido se adiciona 1 kg de paja. Si se analiza la proporción entre la cantidad de sólidos totales del purín y los sólidos totales de la paja, la proporción sale 5:1 lo que se traduce en que por cada 5 kg de sólidos totales de purín se añaden 1 kg de sólido total de paja.

La mezcla se trata de una mezcla heterogénea y en la siguiente tabla se pueden observar alguno de los valores que más importancia tienen a la hora de elaborar el presente proyecto:

Tabla 9. Características de la mezcla de sustrato.

Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Unidad	Valor
Densidad	kg/m ³	937.55
Volumen	m ³ /año	32.759,68
Sólidos totales	kg	1.295.299
Sólidos volátiles	kg	103.1994,1
Porcentaje de sólidos totales	%	4,27
C/N	g C / g N	30

La producción de biogás total se trata de la suma del biogás producido por el purín y el biogás producido por la paja, en la siguiente tabla se refleja la cantidad de biogás que se produce en unos determinados periodos de tiempo.

Tabla 10. Cuantificación de la producción de biogás.

Fuente: Elaboración propia

Periodo de tiempo	Unidad	Cantidad
Hora	m ³ /h	57,32
Día	m ³ /h	1.375,60
Año	m ³ /h	502.092,93

3. Puesta en marcha de la actividad.

La digestión anaerobia que se va a realizar en el digestor instalado se trata de una digestión anaeróbica de carga continua realizada con un solo depósito de digestión.

La producción de biogás en dicho digestor no aparece justo en el momento en el que se empieza a introducir el sustrato en el mismo, sino que, se debe esperar, como mínimo el tiempo de retención hidráulico a partir de una carga inicial.

Las diferentes etapas que se siguen para que se deberán seguir para que la puesta en marcha de la planta sea la más óptima y adecuada es la siguiente:

1. Llenado completo de agua.

El primer paso para la puesta en marcha de la planta será llevar por completo el digestor de agua, consiguiéndose de esta manera la total certeza que en el digestor no existe ningún tipo de filtraciones.

2. Retiro de agua utilizada.

Una vez que se haya realizado esta prueba, se procede a la retirada del agua del digestor. No se deberá dejar nada de agua debido a que la materia orgánica a utilizar se trata de purín y está constituida por un 96,90% de agua. Si se deja agua este porcentaje disminuiría y las condiciones para la producción de biogás se vería afectada.

3. Preparación de la carga inicial.

En esta etapa se llena por completo el biodigestor. Este llenado se realiza por la parte superior, sin el depósito de almacenamiento de biogás. Es conveniente que el sustrato a introducir se trate de un inóculo de otra planta de biogás, ya que dicho inóculo poseerá toda la flora bacteriana necesaria para la producción de biogás. En cambio, si la carga inicial se realiza con la mezcla de purín y paja que se encuentra en la planta, las bacterias necesarias para la producción de biogás tardarán más en aparecer provocando que el comienzo de producción de biogás se vea atrasado.

4. Operaciones posteriores a la introducción de la carga inicial.

Antes de colocar el depósito de almacenamiento de biogás, cubierta, se debe de remover la materia orgánica para evitar que se forme costra en la superficie. Además, se tiene que dejar abierto la conexión de salida de gas durante 5-7 días para eliminar todo el oxígeno que se pueda crear en las primeras fases de descomposición de las materias orgánicas. Una vez pasado este tiempo hay que dejar que se eleve la presión interna y soltar el gas, esta operación hay que repetirla hasta llegar a los 10 días aproximadamente para eliminar todo el oxígeno que quede y todo el dióxido de carbono que se genera en las primeras fases de la digestión.

5. Prueba de inicio de producción de biogás.

Una vez transcurridos unos 15 días aproximadamente del llenado del digestor se debe verificar el inicio de la producción de biogás (CO₂ y CH₄ en proporción similar) mediante la quema de biogás. Si la llama que sale se ve de color azul y con una buena consistencia se puede iniciar el uso normal de biogás.

Si la llama no se enciende o no aparece ese color azul consistente deberá de eliminar todo el biogás y repetir la prueba cada vez que se alcance en el interior del digestor una presión adecuada. Si después de un intervalo de 30-45 días después de realizar la carga de arranque, el gas generado no se quema adecuadamente, nos dará indicios de que podría tratarse de un problema de fermentación. Se debe de verificar que no exista una acidificación excesiva de la carga inicial (inferior a 6), variaciones bruscas de la temperatura interna del digestor o materiales contaminados con productos químicos que pudieran alterar la actividad microbiana.

Una vez realizada esta etapa de arranque, se podrá introducir la carga diaria en el digestor, siendo la introducción de dicha carga mediante la impulsión de los residuos desde el tanque de mezclado, es decir, de la manera que se va a realizar durante el tiempo en el que la planta permanezca en funcionamiento.

4. Actividades del proceso productivo.

4.1. Introducción.

Las actividades del proceso productivo se tratan del conjunto de actividades que se desarrollan en la planta para la producción final de energía, estas actividades están divididas en las siguientes áreas:

- Área de recepción y agitación de la mezcla.
- Área de digestión anaerobia.
- Área de purificación del biogás.
- Área de generación energética.
- Área de almacenamiento del digestato.

4.2. Área de recepción y agitación de la mezcla.

El sustrato que entra al digestor anaerobio está formado principalmente por purín proveniente de la explotación porcina, pero también contiene paja de trigo proveniente de los campos de cultivo cercanos a la explotación. Se adiciona paja para que la relación carbono/nitrógeno sea la óptima consiguiendo así la máxima producción de biogás, y por lo tanto energía.

Ambas sustancias se vierten en el tanque de mezclado y con un agitador adecuado se procede a la mezcla de estas. El tiempo de retención hidráulico que van a estar las sustancias en el tanque de mezclado se trata de 1 día. Se ha seleccionado dicho tiempo de retención debido a que el volumen que entra, tanto de paja como de purín, se trata del mismo volumen que sale de sustrato hacia el digestor anaerobio.

En esta área se realizan las siguientes actividades:

- Recepción del purín.
El depósito de purín, que posee una capacidad de 3.261,50 m³, albergará el purín generado en la explotación. Desde este depósito diariamente se impulsará, mediante una bomba sumergible ubicada a una profundidad de 3,5 m, un volumen constante de purín de 81,9 m³ hasta el tanque de mezclado.
La bomba se coloca a una altura de 0,50 m para evitar la succión de diferentes tipos de inertes que puedan encontrarse en el fondo del depósito de purín, garantizándose de esta manera que solo impulsa purín.
- Recepción de la paja.
La paja se transporta una vez acabada la campaña de cosecha, desde los campos de cultivo hasta un solar próximo a la ubicación de la planta de producción de biogás. En el solar mencionado se descargará y se dispondrá la paja de manera que su colocación sea óptima a la hora de triturar y transportarla hasta al tanque de mezclado.
- Triturado de la paja.
Antes de adicionar la paja, al tanque de alimentación, debe de estar perfectamente triturada ya que la división de tamaño de las partículas provocando que la etapa de hidrólisis, etapa inhibitoria, se realice en un menor tiempo. Una mayor rapidez de la etapa de hidrólisis implica la aceleración de la tasa de biodegradación, provocando una aceleración de producción de biogás.

La trituración de la paja se realizará en el mismo solar en el que se localiza la paja, mediante una trituradora conectada a la toma de fuerza del tractor. La paja triturada se llevará hasta el tanque de mezclado con un remolque, que gracias al tornillo sinfín hidráulico, se podrá descargar al dosificador, que adicionara al tanque de mezclado un total de 1.134.11 kg de paja al día.

- Agitación de la mezcla.
En el tanque de mezclado debe de haber una correcta agitación de la mezcla, ya que el correcto mezclado de los diferentes sustratos es muy importante en términos de estabilidad del proceso de digestión. La correcta agitación se realiza por medio de un agitador horizontal tipo hélice ubicado en la pared del tanque.

4.3. Área de digestión anaerobia.

Una vez realizada la correcta mezcla de la paja y purín, el sustrato se lleva al digestor anaerobio donde se producirá la digestión anaerobia obteniéndose dos productos, biogás y digestato.

Las actividades que se desarrollan en esta área son las siguientes:

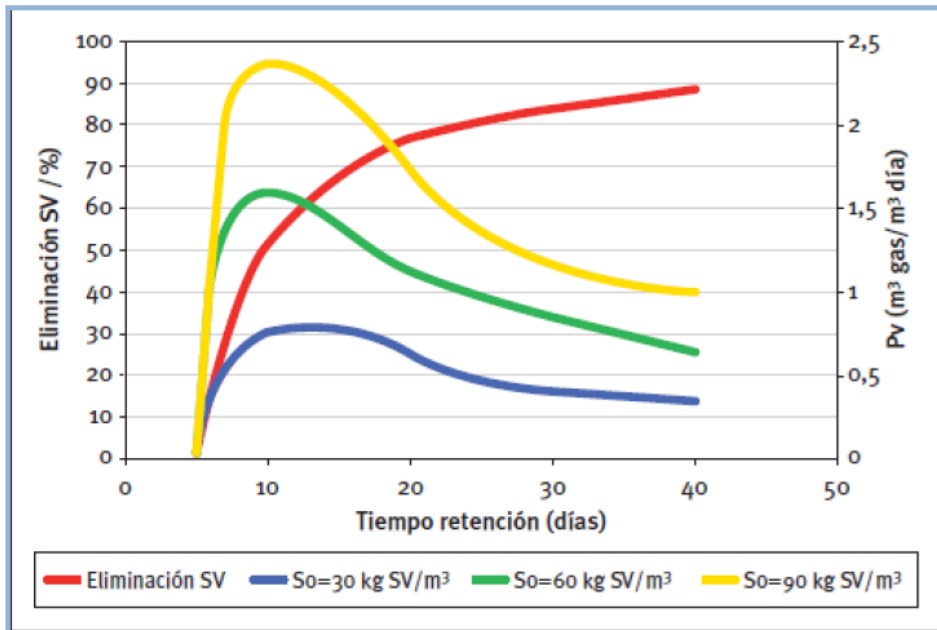
- Alimentación al digestor.
El sustrato, adecuadamente mezclado, se impulsa desde el tanque de mezclado hasta el digestor anaerobio por medio de una bomba sumergible ubicada a una distancia del suelo de 0,5 m. Diariamente se trasladan del tanque de mezclado al digestor anaerobio un total de 89,75 m³.
- Calentamiento del sustrato.
Para un adecuado proceso de digestión, el sustrato debe de entrar a una temperatura de 35 °C ya que se trabaja a un rango mesófilo y para estos rangos esa temperatura se trata de la temperatura óptima. El sustrato es calentado gracias a un intercambiador de placas ubicado en el exterior de digestor. La energía térmica que le llega se trata de la energía térmica proveniente de la unidad de cogeneración, o en momentos en la que dicha energía no es suficiente, provendrá de la unidad de cogeneración y de la caldera de combustión de gas.
- Mezcla y agitación.
El contenido de mezcla que se vierte al digestor experimenta una nueva mezcla y agitación debido a las siguientes razones:
 - Para la buena extracción de gas del biogás a partir del sustrato.
 - Para la distribución uniforme del calor y nutrientes dentro del digestor.
 - Para prevenir la formación de costras superficiales y sedimentación.
 - Se produce una remoción de las burbujas de biogás.
 - Se mezcla el sustrato fresco con la población de bacterias existentes en el digestor.

La mezcla se va a realizar con 4 agitadores tipo hélice de flujo axial colocados de forma simétrica, de forma que se garantiza una adecuada mezcla. Este tipo de agitadores crean un flujo turbulento fragmentándose la escoria y capas de sedimentos existentes.

- Proceso de digestión anaerobia.

Este proceso tiene lugar dentro del digestor anaerobio. El digestor se trata de un digestor de mezcla completa en el cual hay una circulación constante de volúmenes.

El digestor posee un tiempo de retención hidráulico de 20 días. Se ha optado por este tiempo ya que como se puede observar en la gráfica representada a continuación, a partir de los 20 días la producción de biogás teórico disminuye su crecimiento con respecto a los 20 primeros. Elegir un mayor tiempo de retención implicaría hacer un digestor de mayor tamaño y la relación costo/beneficio no sería la óptima. Además, el tiempo usual en el rango mesófilo suele estar entre 20 y 15 días.



Gráfica 2. Eliminación de sólidos volátiles y de producción volumétrica de biogás (m^3 biogás/ m^3 sustrato día). Fuente: Centro GIRO.

- Producción de biogás.

A partir del proceso de la digestión anaerobia, se produce biogás. El biogás asciende hacia la parte superior del digestor, la cubierta desempeñará la función de gasómetro, teniendo la capacidad para almacenar 1043 m^3 de biogás.

Un soplante de aire se encarga de conservar la forma de la membrana mediante un suministro de aire de apoyo. Al mismo tiempo que se conserva la forma de la membrana exterior, el soplante ejerce una ligera presión sobre la membrana interior la cual permite el suministro de gas a la unidad de cogeneración y a la calderera de combustión instalados en el presente proyecto.

4.4. Área de purificación del biogás.

En esta área, el biogás se prepara para su adición en el motor de cogeneración y la caldera de combustión, todo el transporte del biogás, desde que sale del digester anaerobio hasta que llega a la unidad de cogeneración/caldera de combustión, se lleva a cabo por tuberías gracias a la impulsión de biogás por el soplante de aire mencionado con anterioridad.

Las actividades que se realizan en esta área son las siguientes:

- Desulfuración.

El biogás que entra tanto en la unidad de cogeneración como en la caldera de combustión tiene que estar libre de H_2S por las siguientes razones:

- **Carácter tóxico:** Cuando el H_2S está en una concentración menor a 10 ppm no causa peligro a las operaciones que trabajan con las 8 horas, pero aumentando su concentración causa problemas hasta pudiendo terminar con una muerte inminente. En una concentración de 50 ppm, las personas que trabajan en entornos con H_2S pierden el sentido del olfato, provoca dolor de cabeza y se producen mareos. Si la concentración es de 200 ppm provoca ahogo, se irritan los ojos y la nariz, y en contacto con él durante una hora, puede causar la muerte. En una concentración de 1000 ppm puede causar la muerte en unos minutos. Por lo que si existe una fuga de biogás en la planta este deberá estar libre de H_2S .
- **Carácter corrosivo:** El H_2S tiene carácter corrosivo, especialmente en condiciones de alta presión y temperatura, pudiendo corroer los equipos de metal. Un ejemplo del nivel de corrosión puede ser el acero, el nivel erosivo del H_2S es de 2,5 mm/año, además cuando se quema produce SO_2 que se trata de un gas ácido fuerte con carácter corrosivo y tóxico para el sistema respiratorio, en contacto con el agua se forma la llamada lluvia ácida.

Antes de que el biogás pase por este filtro se coloca una antorcha como elemento de seguridad por si se produce un exceso de producción de biogás o se produce una avería en el sistema. Esta antorcha será una antorcha de tipo abierto, es decir, el biogás se quema directamente a la atmósfera.

- Deshidratación.

El biogás a su salida del digester está saturado de vapor de agua. Este vapor se debe de eliminar ya que si no se elimina se puede producir corrosiones en las tuberías. Además, el vapor de agua disminuye drásticamente el poder calorífico del biogás, lo que implicaría, si no se procede a su eliminación, una menor producción de energía.

4.5. Área de transformación del biogás.

Una vez que el biogás se encuentra acondicionado, se convierte en energía térmica y eléctrica en la unidad de cogeneración y en energía térmica en la caldera de combustión. La energía eléctrica y la energía térmica generada se usa para lo siguiente:

- Energía térmica.

La energía térmica es usada principalmente para abastecer las necesidades de calor del digestor anaerobio con la finalidad de que el digestor se encuentre en todo a una temperatura constante de 35 °C, temperatura óptima.

La energía térmica que, producida en la unidad de cogeneración, no se destine al intercambiador de calor, se destinará a la explotación para que se realice un adecuado uso de esta y en ningún momento haya un desperdicio de energía térmica.

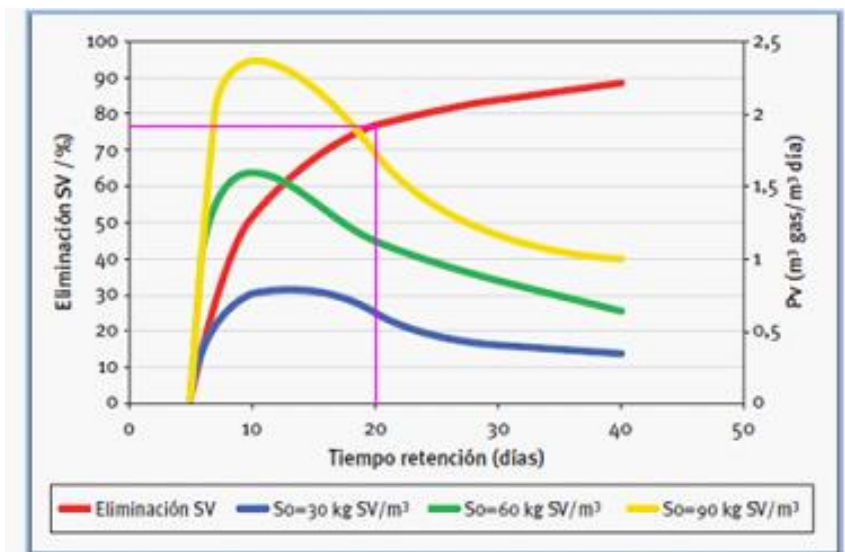
La energía térmica producida por la caldera de biogás se destinará íntegramente al intercambiador. En los momentos en los que la unidad de cogeneración produzca la cantidad de energía térmica para abastecer por si sola las necesidades térmicas del digestor, la caldera de combustión no se encontrará en funcionamiento.

- Energía eléctrica.

La información relativa a el uso de la energía eléctrica viene completamente definida en la memoria, en el apartado 6.1.4. Actividades del proceso productivo del punto 6 Descripción del proyecto.

4.6. Área de transformación del biogás.

En el interior del digestor se produce una degradación de sólidos volátiles, por lo que la cantidad de digestato que sale al día no es igual a la cantidad de sustrato que entra en el digestor. El valor de degradación se determina en función del tiempo de retención hidráulico que esta el sustrato en el digestor. Como se puede observar en la siguiente gráfica, la degradación de sólidos volátiles para un tiempo de retención hidráulico se trata de 76,5%, por lo que diariamente salen del digestor 86.73 m³.



Gráfica 4. Degradación de sólidos volátiles en el proceso de digestión anaerobia.

Fuente: Centro GIRO.

5. Necesidades térmicas.

5.1. Introducción.

Las necesidades térmicas del digestor anaerobia se tratan de la energía térmica requerida para:

- Aumentar la temperatura del sustrato que entra al digestor hasta la temperatura de operación.
- Energía térmica requerida para compensar las pérdidas de calor que se producen en el digestor.

En este apartado se realiza una estimación de la cantidad de energía térmica anual que necesita el digestor para que en todo momento se encuentre a la temperatura óptima de operación. Las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- Selección de temperaturas.
 - Para el cálculo de la energía necesaria para elevar la temperatura del sustrato hasta la temperatura de operación del digestor, se ha seleccionado la temperatura media mensual del año “tipo” del estudio climático que se ha realizado. Esto se debe a que ambos de los sustratos añadidos se encuentran, en todo momento, a temperatura ambiente.
 - Para el cálculo de las pérdidas térmicas del digestor, las temperaturas seleccionadas se tratan de las temperaturas medias horarias de cada uno de los meses que conforman el año tipo. Estas temperas aparecen en el estudio climático realizado.
- Temperatura del suelo.
Se ha considerado que la temperatura a la que se encuentra el suelo se trata de la misma temperatura que en el ambiente. Esta estimación se realiza debido a que la temperatura del suelo a una profundidad de 10 metros no permanece constante, varía en función de la temperatura ambiente. El digestor al poseer una profundidad máxima de 2,60 m, la temperatura del suelo se trata prácticamente de la misma que la temperatura ambiental.

5.2. Cálculo de la energía necesaria para elevar la temperatura del sustrato.

Para el cálculo de la energía necesaria se ha aplicado la siguiente expresión:

$$E = Qx \left(\frac{m^3}{d} \right) x \left(\frac{4,2MJ}{t} \right) x (T_1 - T_2)$$

Siendo:

- E_c: Energía necesaria a aportar (kWh/día).
- Q: Caudal diario de sustrato que entra al digestor (m³/h).
- T₁: Temperatura del digestor anaerobio (°C).
- T₂: Temperatura del sustrato (°C).

5.3. Cálculos necesarios para determinar las pérdidas térmicas que presenta el digestor.

Para determinar las pérdidas térmicas que se presentan el digestor, se deben de tener en cuenta las pérdidas de calor que se producen en cada una de las partes del digestor, solera, cubierta y cerramientos.

Para ello se calcula el coeficiente de transferencia de calor, transmitancia térmica, de cada una de las partes.

Este coeficiente de transferencia de calor viene principalmente determinado por los espesores y conductividad térmica de los materiales que conforman las partes del digestor, la fórmula del coeficiente de transferencia de calor es:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Siendo:

- U = Transmitancia térmica (W/ m²°C).
- R_T = Resistencia térmica total (m²°C/W).

La resistencia térmica total es la suma de las resistencias térmicas de cada material y de las resistencias térmicas superficiales tanto exterior como interior.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Cada una de las resistencias se determina de la siguiente manera:

- La resistencia térmica de cada material viene determinada por:

$$R_n = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

- e: espesor (m).
- λ: conductividad térmica de diseño del material que compone la capa (W/ m°C)
- La resistencia térmica superficial viene determinada por:

$$R_s = \frac{1}{h}$$

Siendo:

- h = coeficiente de transferencia de calor por conducción (W/m²°C).

Los coeficientes de transferencia de calor necesarios para los cálculos de las pérdidas de calor en el digestor son los siguientes:

Tabla 11. Coeficientes de convección de superficie de contacto.

Fuente: Biogas from Waste and Renewable Resources

Superficie de contacto	Coefficiente de conducción
Pared/Solera-Purín	4000 W/m°C
Tierra-Solera	400 W/m°C
Aire/Gas -Pared/Cubierta	20 W/m°C

Una vez determinada la transmitancia se determinan las pérdidas de calor con la siguiente expresión:

$$P_{calor} = K \left(\frac{W}{m^2 \cdot C} \right)$$

Siendo:

- P_{calor} = Perdidas de calor (W)
- K = Transmitancia térmica (W/m²°C).
- A= Superficie (m²).
- T₁= Temperatura en el interior del digestor (°C).
- T₂= Temperatura en el exterior (°C).

Las perdidas de calor en el digestor se pueden dividir en:

- Cerramientos.

Los cerramientos en su exterior estan en contacto con el aire, pero en el interior hay una parte en contacto con el sustrato y otra parte en contacto con los gases. El coeficiente de transmitancia térmica varia y por lo tanto las peridas de calor será diferentes, para determinar el total de las pérdidas de calor de los cerramientos los cerramientos se han dividido en dos:

- Cerramientos con sustrato: La superficie de los cerramientos los cuales contienen sustrato es de 323,35 m² y su transmitancia térmica de 0,256 W/m²°C. Para el cálculo de la transmitancia se han tomado los coeficientes de conductividad de pared-fango y de aire-pared y los siguientes datos:

Tabla 12. Coeficientes de conductividad de materiales de los cerramientos del digestor anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Materiales	Coefficiente de conductividad	Espesor
Hormigón armado	1,63 W/ m°C	0,65 m
Poliuretano expandido	0,029W/ m°C	0,1 m

- Cerramientos sin sustrato: El digestor se ha sobredimensionado por motivos de seguridad, en condiciones normales en la parte superior de los cerramientos no hay sustrato, esta parte superior tiene una altura de 0,94 metros y su superficie es de 52,95 m². La transmitancia es de 0,253 W/m²°C. Para su cálculo se han tomado los coeficientes de conductividad de gas-pared y de aire-pared y los mismos datos que aparecen en la tabla anterior.
- Solera.
La solera en el interior está en contacto con el sustrato y en el exterior está en contacto con tierra húmeda. La superficie total de la solera es de 261,91 m² y la transmitancia térmica es de 0,9399 W/m²°C, para su cálculo se han tomado los coeficientes de convección de solera-fango y de suelo húmedo-solera y los datos que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Coeficientes de conductividad de materiales de la solera del digestor anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Materiales	Coefficiente de conductividad	Espesor
Hormigón armado	1,63 W/ m°C	1,50 m
Lana de vidrio	0,05 W/ m°C	0.1 m

- Cubierta.
La cubierta está en contacto con el aire, en su cara exterior, y en su cara interior con el biogás. La superficie de la cubierta es de 313,58 m² y su transmitancia térmica es de 2,098 W/m²°C, para su cálculo se han tomado los coeficientes de convección de cubierta-gas y cubierta-aire, que son los mismos, y los datos que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 14. Coeficientes de conductividad de materiales de la cubierta del digestor anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Materiales	Coefficiente de conductividad	Espesor
EPDM	0.0425 W/ m°C	0,0024 m
Aislamiento	0.025 W/ m°C	0,008 m

5.4. Energía térmica total a aportar.

La energía térmica necesaria para que el digestor se encuentre siempre en las condiciones óptimas de funcionamiento, no se trata únicamente de las pérdidas térmicas del digestor y la energía térmica necesaria para elevar la temperatura del sustrato a 35 °C. Se deben considerar la eficiencia del intercambiador y las pérdidas de calor a lo largo de la tubería.

- Eficiencia del intercambiador.
El intercambiador de placas utilizado posee una eficiencia del 90%.
- Perdidas de calor a lo largo de la tubería.
Las pérdidas de calor a lo largo de la tubería vienen determinadas por la siguiente expresión

$$Q_r = \frac{2\pi(T_s - T_{am})}{\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{d_1 + 2L}{d_1}\right) + \frac{2}{\alpha(d_1 + 2L)}}$$

Siendo:

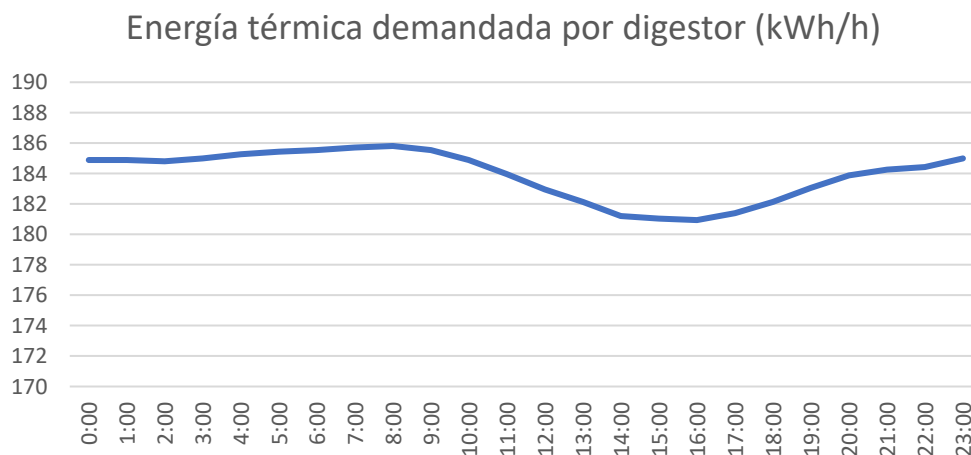
- Q_r : Calor radiante (W/m).
- T_s : Temperatura del agua caliente (°C).
- T_{am} : Temperatura media horaria. (°C).
- L : Espesor de aislamiento (m).
- α : Coeficiente de transferencia de calor ($W/m^2°C$).
- λ : Coeficiente de conductividad térmica ($W/m°C$).
- d_1 : Diámetro externo de la tubería (m).

5.5. Necesidades térmicas mensuales.

Las necesidades térmicas de cada mes no son iguales, ya que a lo largo del año la temperatura sufre variaciones. Así mismo, para la correcta operación del presente proyecto es necesario conocer las necesidades térmicas mensuales, debido a que se tratan de un factor clave a la hora de evaluar a que equipo se destina el biogás producido en el digestor anaerobio (motor alternativo de gas o caldera de combustión convencional).

A continuación, se muestra la energía térmica demandada por el digestor en las diferentes horas de cada mes.

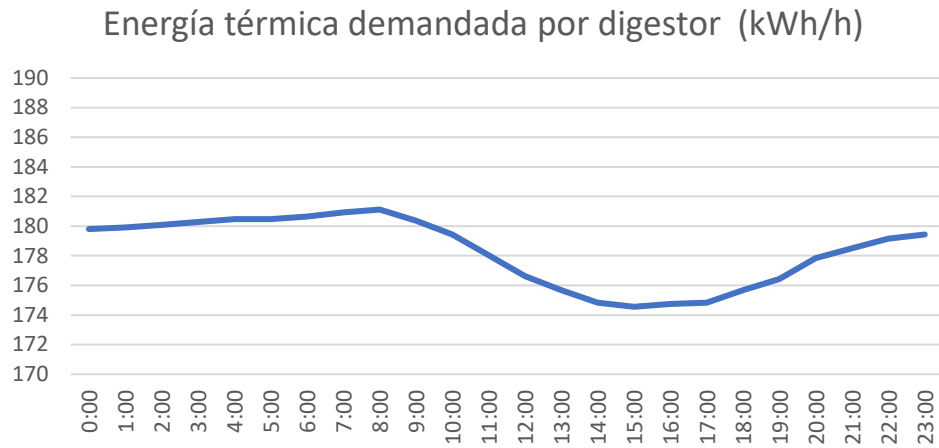
- Enero.



Gráfica 5. Energía térmica demandada en el mes de enero.

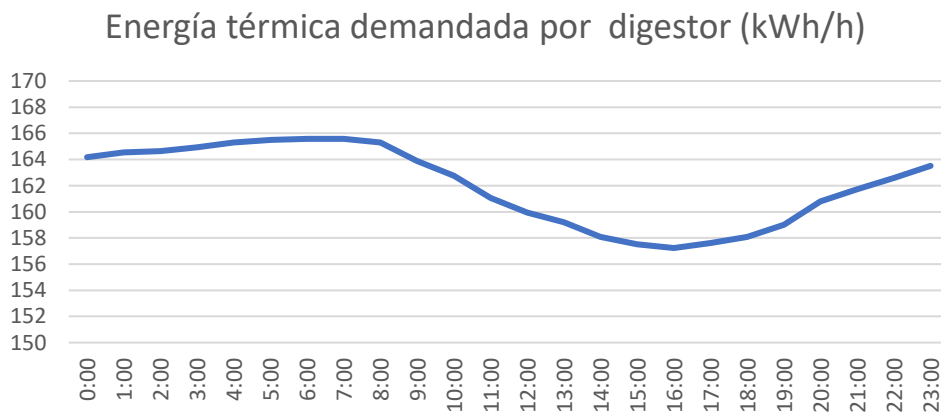
Fuente: Elaboración propia.

- Febrero.



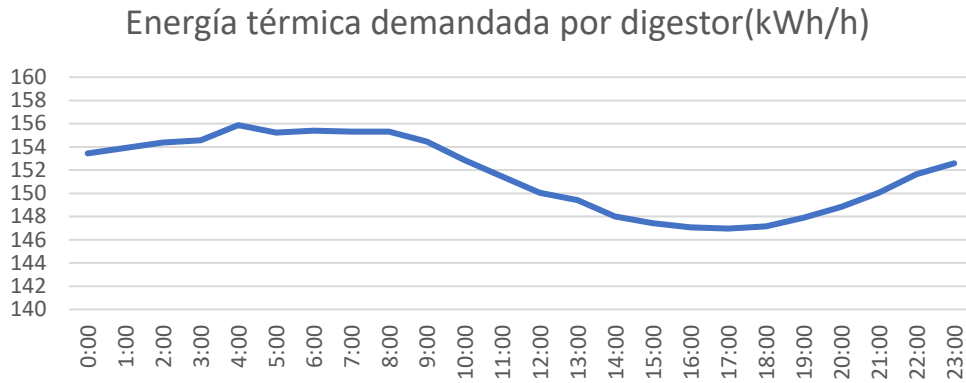
Gráfica 5. Energía térmica demandada en el mes de febrero.
Fuente: Elaboración propia.

- Marzo.



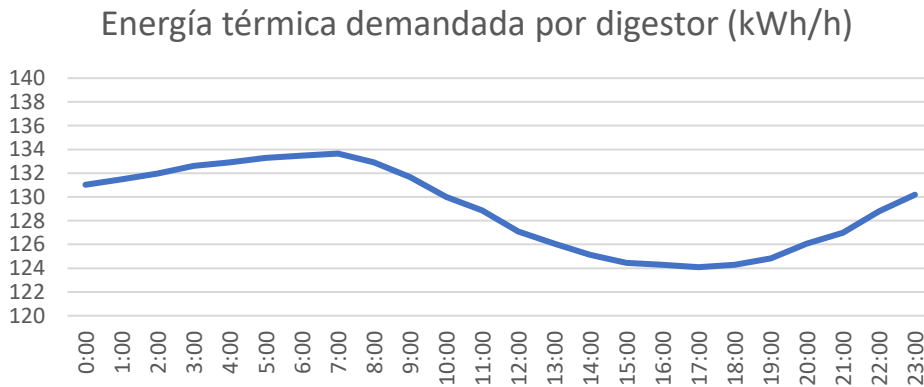
Gráfica 6. Energía térmica demandada en el mes de marzo.
Fuente: Elaboración propia.

- Abril.



Gráfica 7. Energía térmica demandada en el mes de abril.
Fuente: Elaboración propia.

- Mayo.



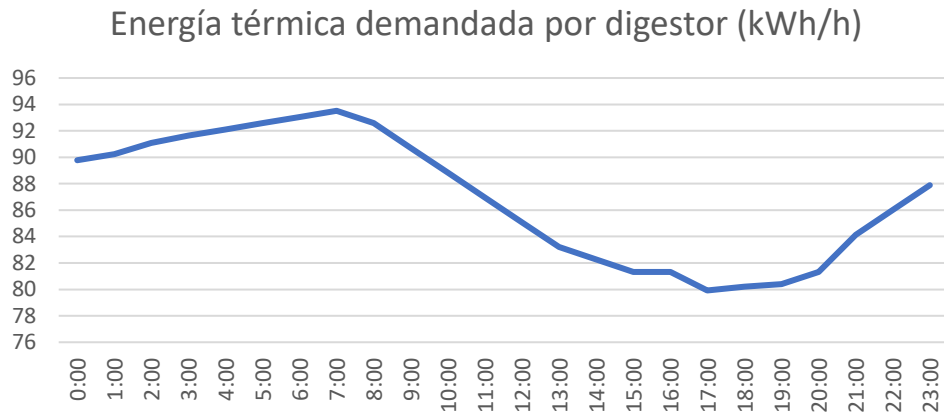
Gráfica 8. Energía térmica demandada en el mes de mayo.
Fuente: Elaboración propia.

- Junio.



Gráfica 9. Energía térmica demandada en el mes de junio.
Fuente: Elaboración propia.

- Julio.



Gráfica 10. Energía térmica demandada en el mes de julio.
Fuente: Elaboración propia.

- Agosto.



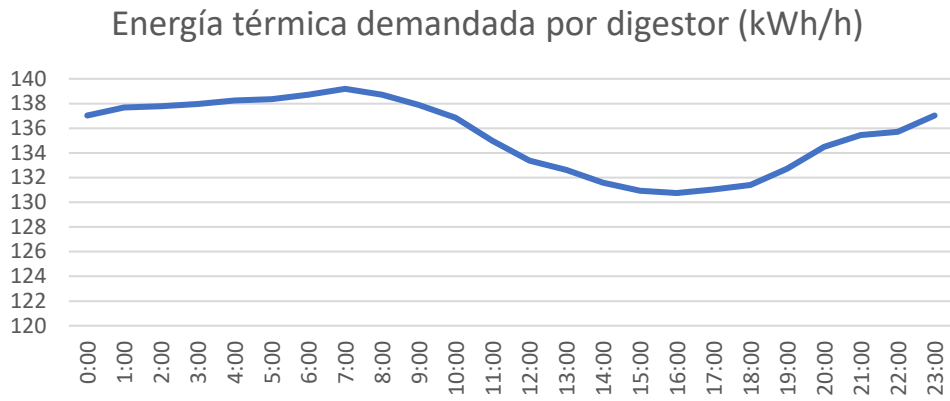
Gráfica 11. Energía térmica demandada en el mes de agosto.
Fuente: Elaboración propia.

- Septiembre.



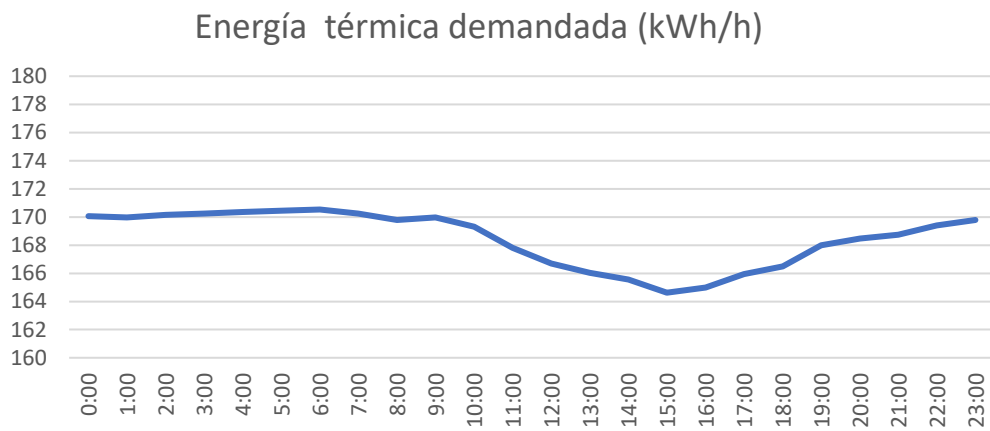
Gráfica 12. Energía térmica demandada en el mes de septiembre.
Fuente: Elaboración propia.

- Octubre.



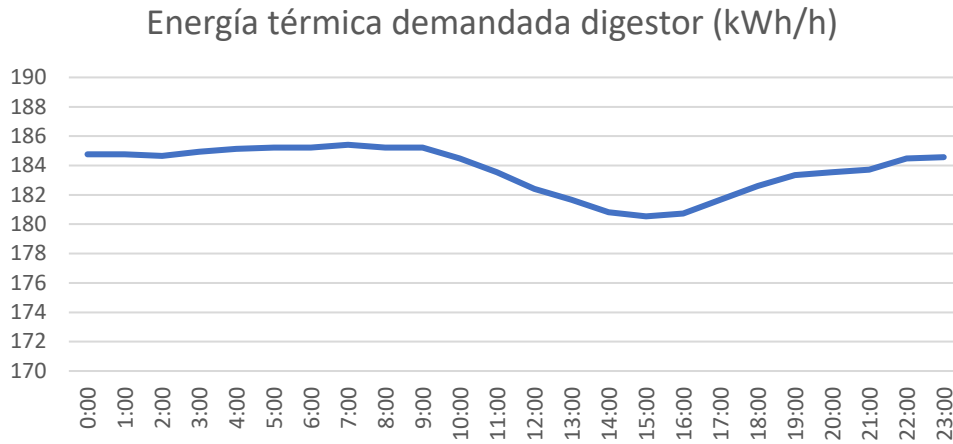
Gráfica 13. Energía térmica demandada en el mes de octubre.
Fuente: Elaboración propia.

- Noviembre.



Gráfica 14. Energía térmica demandada en el mes de noviembre.
Fuente: Elaboración propia.

- Diciembre.



Gráfica 15. Energía térmica demandada en el mes de diciembre.
Fuente: Elaboración propia.

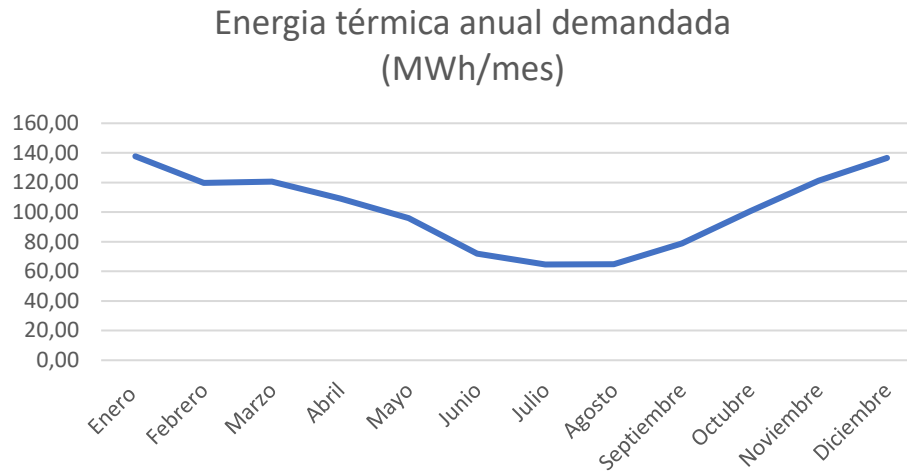
5.6. Energía térmica anual necesaria.

En la siguiente tabla, se recoge tanto la cantidad de energía térmica que necesita el digestor cada mes, como la cantidad de energía térmica que necesita el digestor anualmente.

Tabla 15. Cantidad de energía térmica requerida en el digestor mensual y anualmente. Fuente: Elaboración propia.

Mes	Energía térmica (MWh/mes)
Enero	137,71
Febrero	119,84
Marzo	120,54
Abril	109,18
Mayo	95,98
Junio	71,91
Julio	64,67
Agosto	64,74
Septiembre	78,87
Octubre	100,77
Noviembre	121,31
Diciembre	136,67
Total	1.222,18

La variación de energía térmica que experimenta el digestor se representa en la siguiente gráfica.



Gráfica 16. Variación de energía térmica del digestor a lo largo del año.
Fuente: Elaboración propia.

6. Condiciones de operación.

6.1. Introducción.

El modo en el que se operará el presente proyecto variará en función de unos condicionantes determinados. El biogás generado en el digestor anaerobio podrá destinarse a:

- Uno de los dos equipos de producción de energía instalados (unidad de cogeneración).
- Ambos de los equipos de generación de energía instalados (unidad de cogeneración y caldera de combustión).
- A uno de los equipos de generación eléctrica (unidad de cogeneración) y a al gasómetro para su acumulación.

Los condicionantes que interferían en el destino del biogás son los siguientes:

- Energía térmica demandada por el digestor anaerobio,
- Energía eléctrica demandada por explotación a la que le aporta servicio el presente proyecto y equipos instalados en la planta.
- Precio de compra/venta de la energía eléctrica.

Cabe destacar que la condición de operación propuesta se trata de una de las múltiples maneras que se puede operar la planta de biogás. La finalidad a conseguir con esta determinada operación es conseguir que el biogás generado en el digestor anaerobio sea la base de la energía eléctrica demandada en la explotación.

Otras condiciones de operación que se podrían estudiar sería destinar el biogás a cubrir los picos de potencia o acumular el biogás generado durante la noche, para que sea consumido el total de este en los periodos en los que más cara es la energía eléctrica (periodo punta).

6.2. Energía térmica demandada por el digestor.

Para cubrir esta demanda térmica, el biogás se destinará a uno de los equipos de generación de energía térmica instalado, unidad de cogeneración, o ambos.

Cuando el biogás se destina a ambos de los equipos de generación de energía térmica es porque la energía térmica producida por la unidad de cogeneración no es suficiente para satisfacer toda la demanda energética requerida en el digestor. Siendo el motivo la insuficiencia de biogás para ello.

6.3. Análisis del precio de compra de la energía eléctrica.

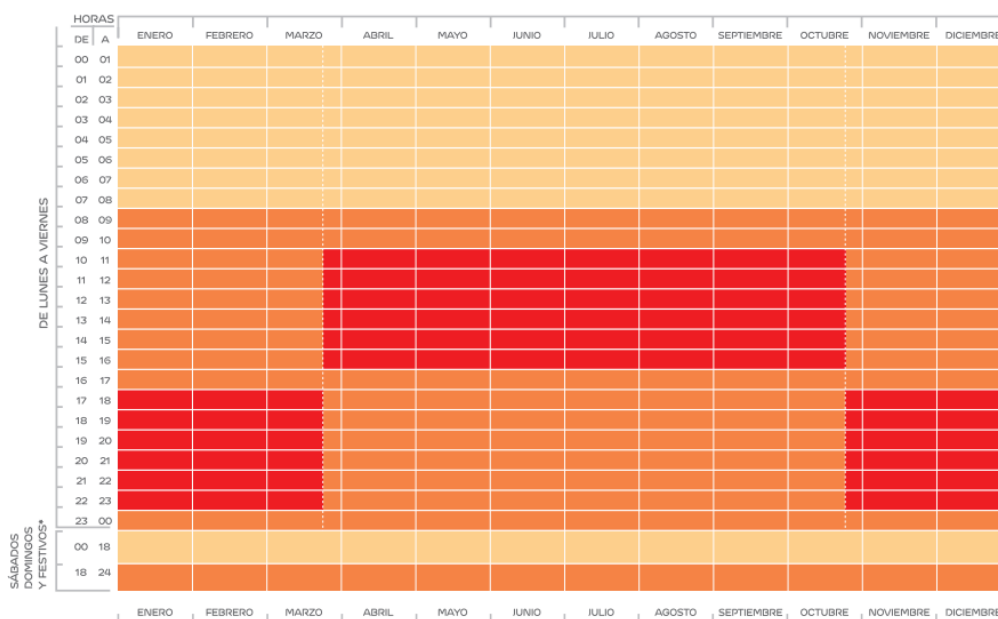
Para determinar las mejores horas para quemar el biogás acumulado, es necesario saber qué tipo de tarifa se tiene selecciona la explotación y en qué momentos del día el precio de la energía es más elevado.

La explotación posee la tarifa de electricidad de Alta Tensión 3.1 A, teniendo tres periodos en el término de energía y también en el de potencia. Cada periodo una potencia contratada de 160 kW, como se ha mencionado en el Anejo II "Condicionantes". En cada uno de los periodos, la energía va a tener un coste diferente, por lo que estos periodos se pueden clasificar en:

- Periodo 1 (Periodo punta): Se trata del periodo en el que la potencia y la energía resultan más caras.
- Periodo 2 (Periodo llano): Se trata del periodo en el que a potencia y la energía poseen un precio intermedio.
- Periodo 3 (Periodo valle): Se trata del periodo en el que la potencia y la energía resultan más baratos.

Los horarios de estos periodos pueden variar en función de la estación del año y en función del del día de la semana. A continuación, donde se recogen todos los horarios del mes.

Tabla 16. Periodo tarifario de la tarifa 3.1.A.
Fuente: ESIPÉ.



Por lo que, el orden de preferencia de quema de biogás acumulado, cuando se presenten situaciones donde en todos los periodos se necesite consumo de energía eléctrica de red, será el siguiente:

1. Periodo punta (Rojo).
2. Periodo llano (Naranja).
3. Periodo valle (Amarillo).

6.4. Análisis del precio de venta de energía.

En el Artículo 13 “Régimen económico de la energía excedentaria y consumida” del Capítulo V “Gestión de la energía eléctrica producida y consumida” se expone que el productor acogido a la modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, percibirá por la energía horaria excedentaria vertida las contraprestaciones económicas correspondientes, de acuerdo con la normativa en vigor

Esto indica que la energía excedentaria se venderá al precio acordado entre la compañía eléctrica y el productor, generalmente siendo este el precio valle, independientemente del horario en el que se produzca dicha energía.

Por lo que, si se ha cubierto la totalidad de la demanda energética de la explotación y de los equipos instalados en la planta, el horario de quema de energía eléctrica será el deseado por el operario encargado de la operación, buscando siempre un equilibrio del biogás quemado entre las diferentes horas del día.

6.5. Acumulación de biogás.

En este punto se analizará la cantidad de biogás diaria que es posible acumular en el gasómetro en cada uno de los meses. Para determinar la cantidad de biogás que se va a utilizar y el biogás que se acumulará en el gasómetro se han tomado las siguientes consideraciones:

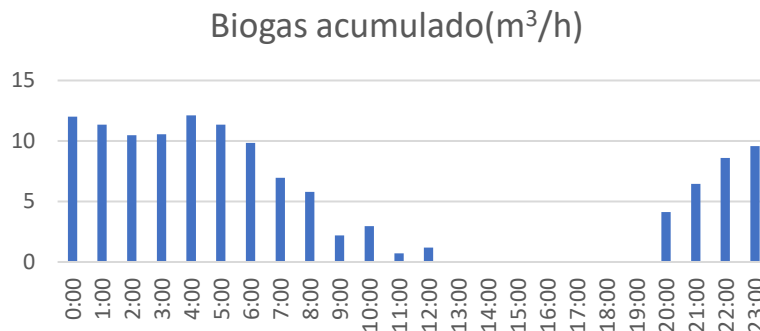
- Al ser una explotación nueva, la energía eléctrica demanda por la explotación se ha tomado desde que empezó el funcionamiento al 100% de la explotación hasta la presentación del presente proyecto (desde mayo de 2018 hasta abril de 2019). De manera que se ha considerado que los consumos de energía eléctrica no van a variar mucho en los años de vida del presente proyecto.
- Para determinar la energía eléctrica demanda por la planta se han tenido en cuenta la potencia de los equipos que siempre van a estar en funcionamiento, tratándose esta de casi la totalidad de la potencia instalada (42,36 kW).
- Las necesidades térmicas del digestor se tratan de las necesidades calculadas en el anterior punto del presente anejo.
- Se ha tenido en cuenta que el poder calorífico inferior del biogás (PCI) se trata de 6,5 kW.

De este modo, se puede tener una visión global del biogás que se puede acumular diariamente en cada uno de los meses y el biogás que es consumido a lo largo de las horas del día teniendo en cuenta las posibles variaciones de temperatura.

Con el total de biogás que se acumula diariamente, se comprobará que la capacidad del gasómetro es adecuada para las condiciones de operación que se desean realizar. Teniendo una capacidad de almacenamiento de 1043,39 m³.

A continuación, aparecen cada uno de los meses del año, con una gráfica que indica el biogás que se puede acumular en cada una de las horas del día y un total del biogás que puede ser acumulado.

- Enero.

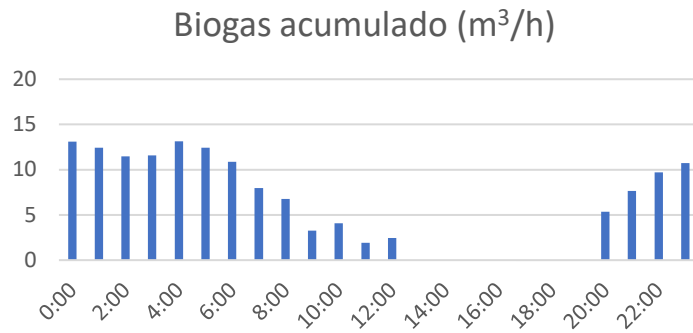


Gráfica 17. Biogás acumulado en el mes de enero.

Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de enero, se puede acumular una cantidad de biogás de 126,25 m³.

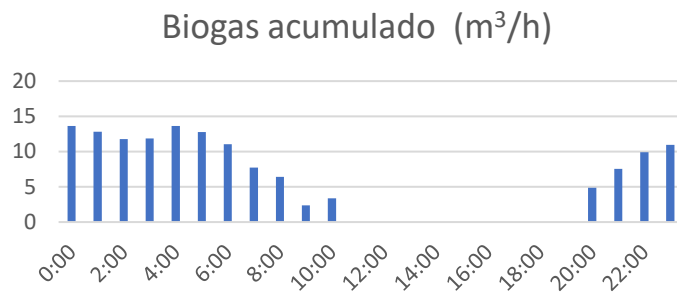
- Febrero.



Gráfica 18. Biogás acumulado en el mes de febrero.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de enero, se puede acumular una cantidad de biogás de 144,87 m³.

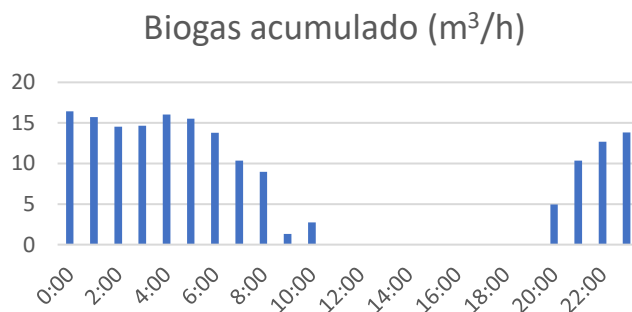
- Marzo.



Gráfica 19. Biogás acumulado en el mes de marzo.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de enero, se puede acumular una cantidad de biogás de 143,66 m³.

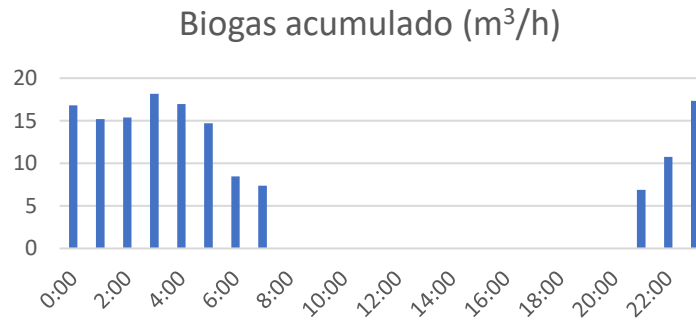
- Abril.



Gráfica 20. Biogás acumulado en el mes de abril.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de enero, se puede acumular una cantidad de biogás de 175,93 m³.

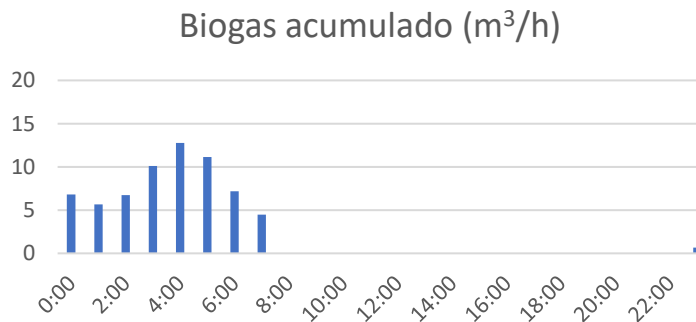
- Mayo.



Gráfica 21. Biogás acumulado en el mes de mayo.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de mayo, se puede acumular una cantidad de biogás de 143,20 m³.

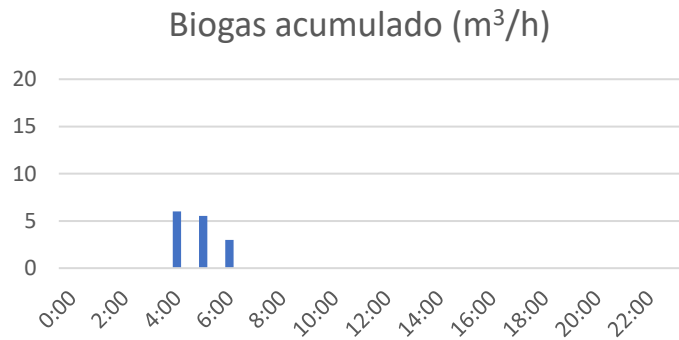
- Junio.



Gráfica 22. Biogás acumulado en el mes de junio.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de junio, se puede acumular una cantidad de biogás de 65,46 m³.

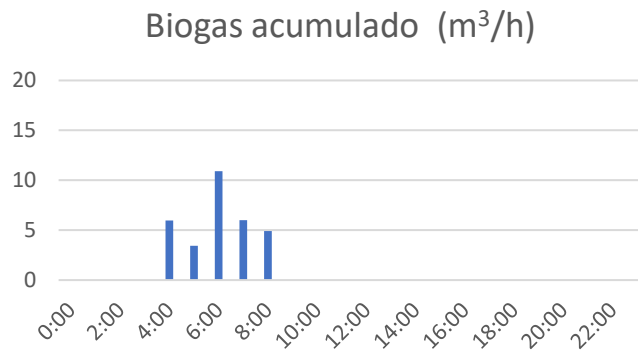
- Julio.



Gráfica 23. Biogás acumulado en el mes de julio.
Fuente: Elaboración propia.

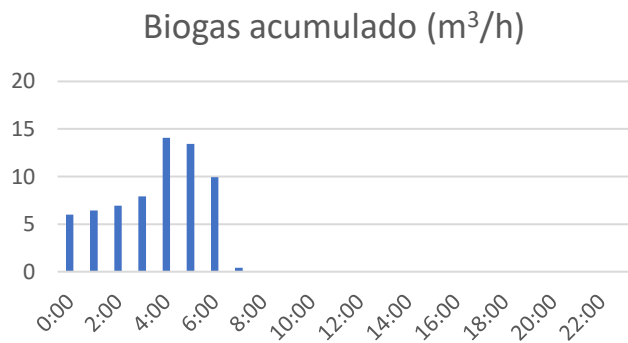
Diariamente, en el mes de julio, se puede acumular una cantidad de biogás de 14,49 m³.

- Agosto



Gráfica 24. Biogás acumulado en el mes de agosto.
Fuente: Elaboración propia.

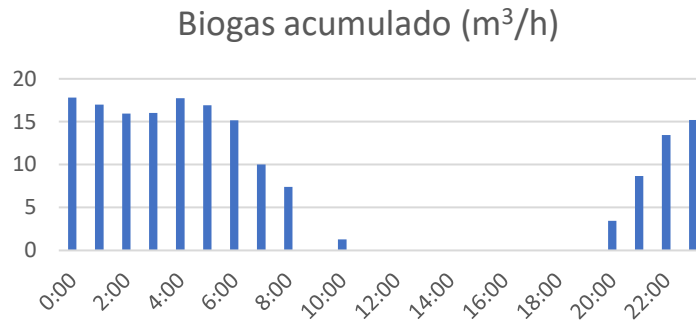
- Septiembre.



Gráfica 25. Biogás acumulado en el mes de septiembre.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de julio, se puede acumular una cantidad de biogás de 65,147 m³/h.

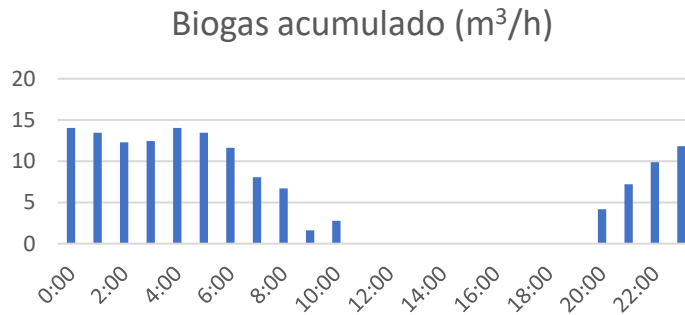
- Octubre.



Gráfica 26. Biogás acumulado en el mes de octubre.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de julio, se puede acumular una cantidad de biogás de 179,08 m³.

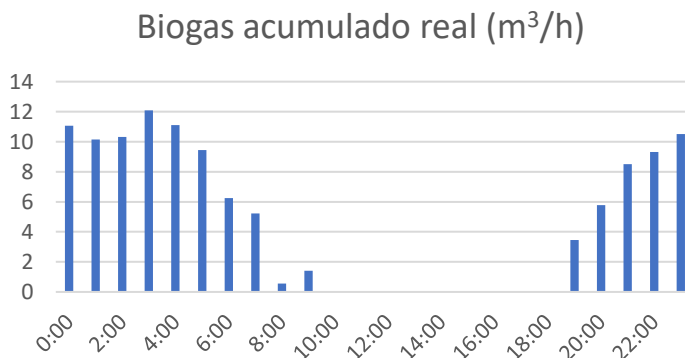
- Noviembre.



Gráfica 27. Biogás acumulado en el mes de noviembre.
Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de julio, se puede acumular una cantidad de biogás de 143,57 m³.

- Diciembre.



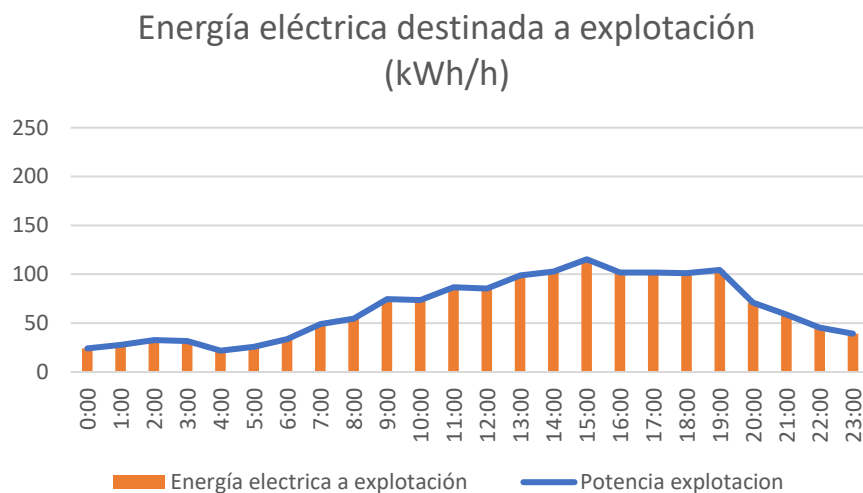
Gráfica 28. Biogás acumulado en el mes de diciembre.
Fuente: Elaboración propia.

6.6. Energía eléctrica total destinada a la explotación.

Como se ha comentado anteriormente, el biogás acumulado en el gasómetro tiene la función principal de quemarse cuando el precio de la energía eléctrica proveniente de red sea más elevado, periodo punta. A continuación, se mostrará el total de energía que se autoconsume en la explotación, siendo esta, la diferencia de la energía total demanda por el conjunto de los equipos de la planta y la explotación, las pérdidas de potencia debidas a la caída de tensión y la energía demanda por el conjunto de los equipos de la planta.

Además, se interpreta la energía demandada por la explotación, para de esta forma observar si con la energía eléctrica destinada a la explotación es suficiente para satisfacer su demanda o sería necesario consumir energía de red.

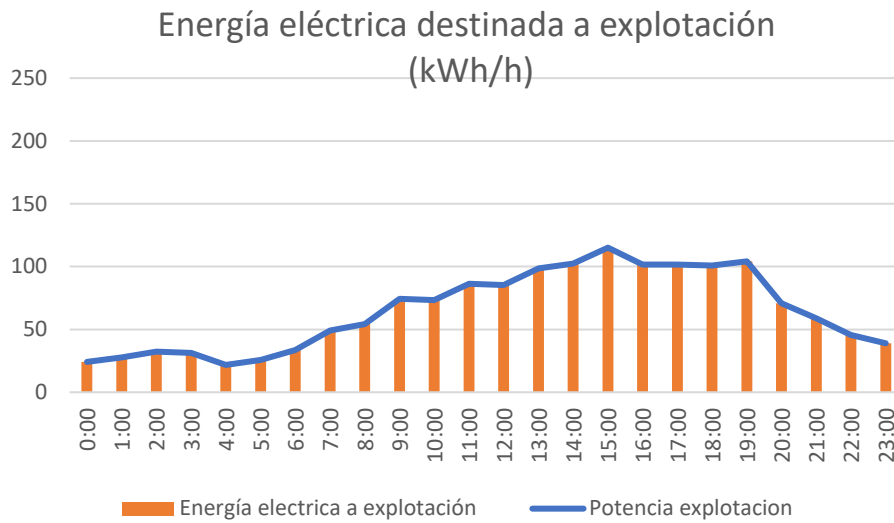
- Enero.



Gráfica 29. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de enero. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de enero, se cubrirán 1.516,15 kWh de energía eléctrica.

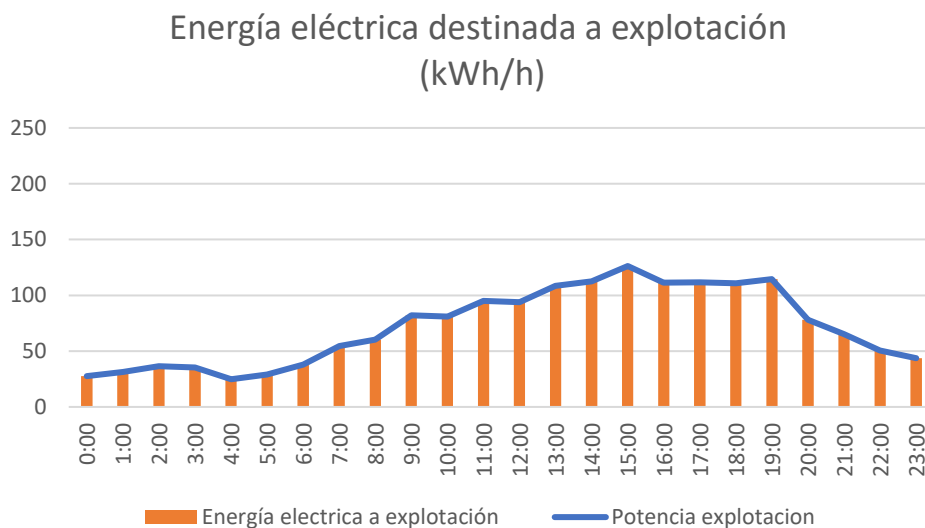
- Febrero.



Gráfica 30. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de febrero. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de febrero, se cubrirán 1.557,95 kWh de energía eléctrica.

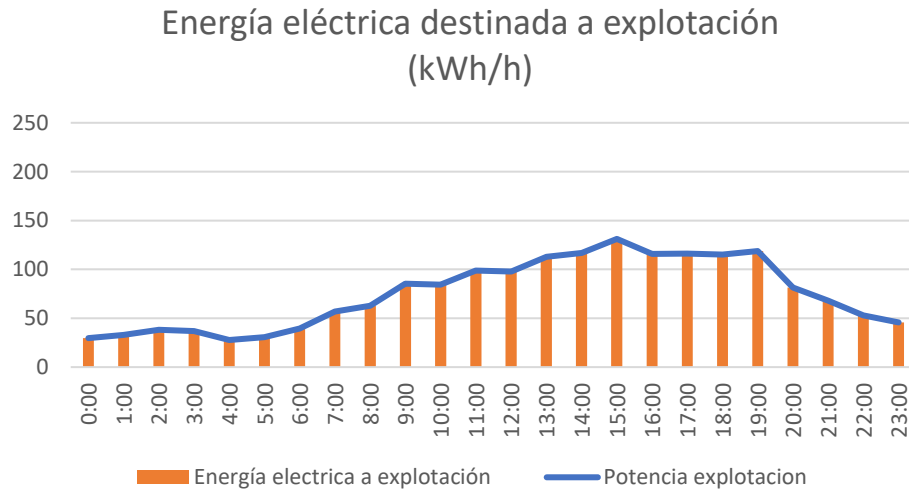
- Marzo.



Gráfica 31. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de marzo. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de marzo, se cubrirán 1.721,56 kWh de energía eléctrica.

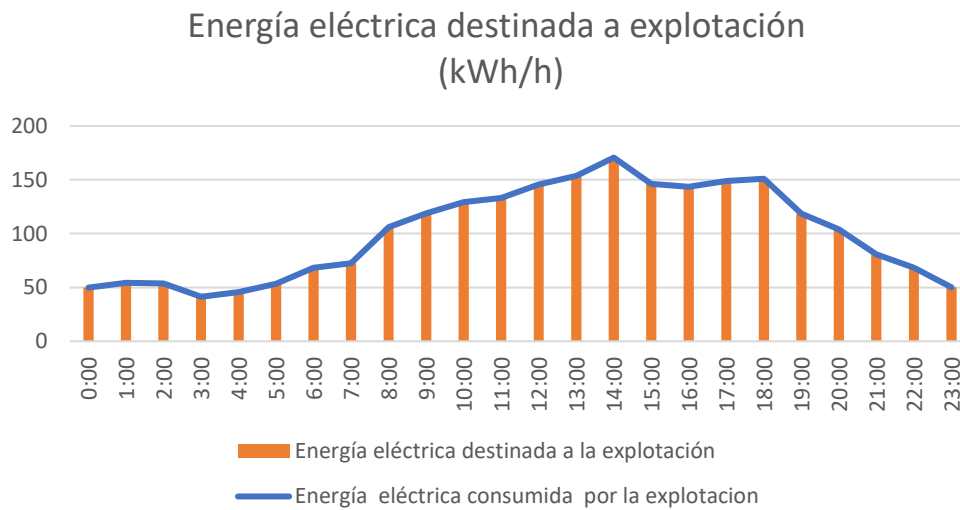
- Abril.



Gráfica 32. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de abril. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de abril, se cubrirán 1.796,30 kWh de energía eléctrica.

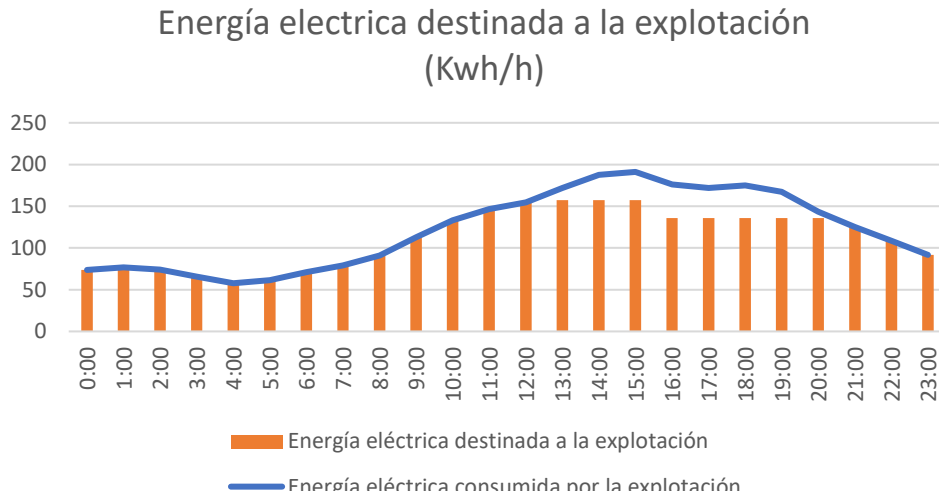
- Mayo.



Gráfica 33. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de mayo. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de mayo, se cubrirán 2.407,67 kWh de energía eléctrica.

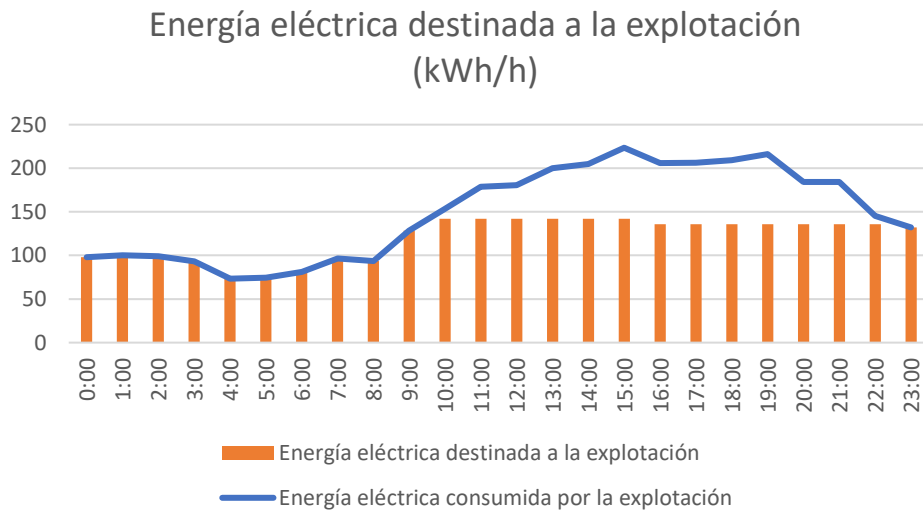
- Junio.



Gráfica 34. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de junio. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de junio, se cubrirán 2.675,22 kWh de energía eléctrica.

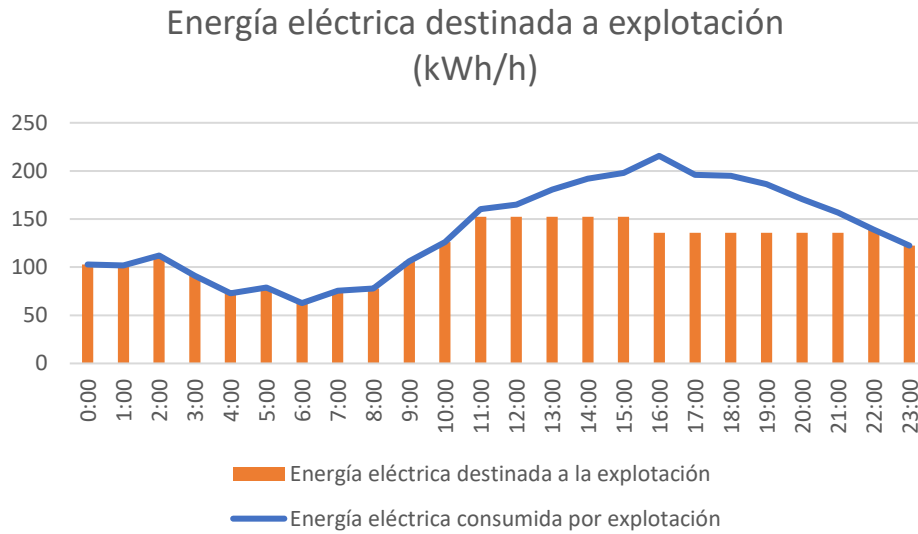
- Julio.



Gráfica 35. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de julio. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de julio, se cubrirán 2.872,83 kWh de energía eléctrica.

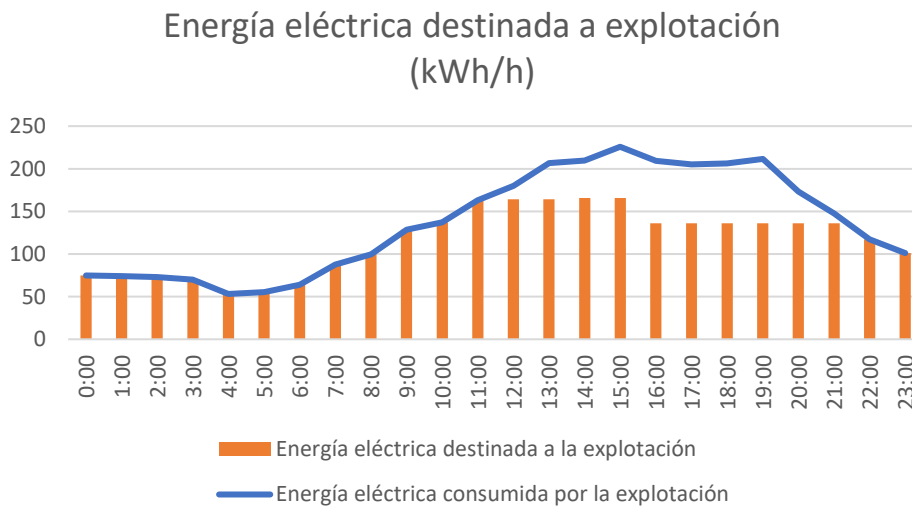
- Agosto.



Gráfica 36. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de agosto. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de agosto, se cubrirán 2.846,96 kWh de energía eléctrica.

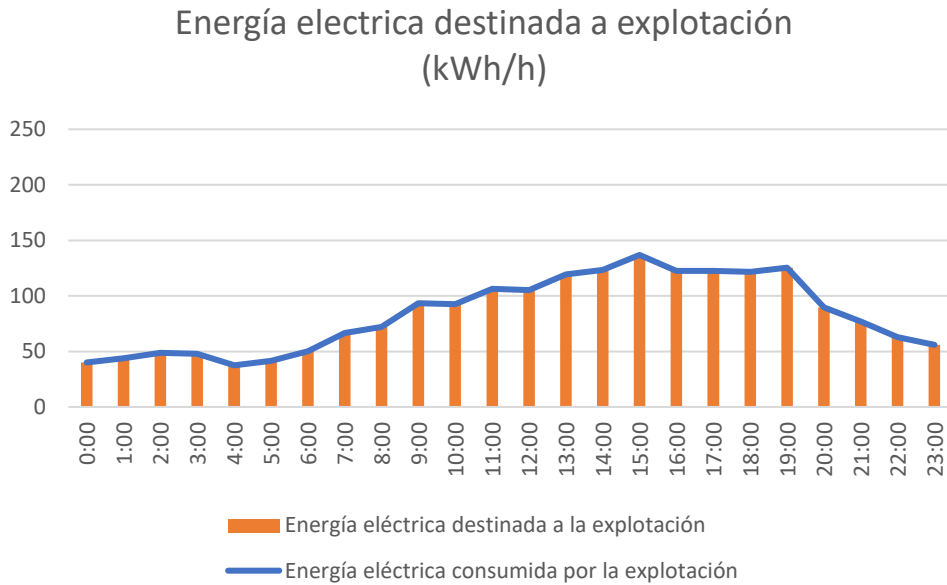
- Septiembre.



Gráfica 37. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de septiembre. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de septiembre, se cubrirán 2.774,05 kWh de energía eléctrica.

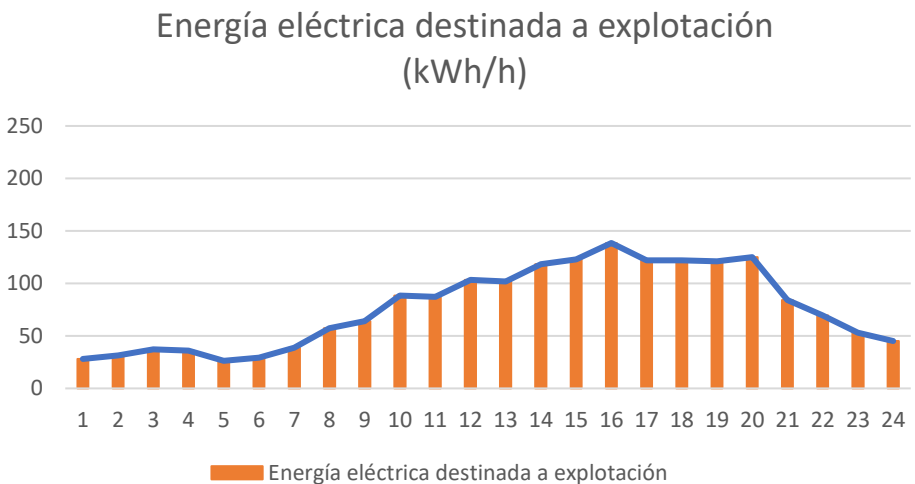
- Octubre.



Gráfica 38. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de octubre. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de octubre, se cubrirán 2.002,66 kWh de energía eléctrica.

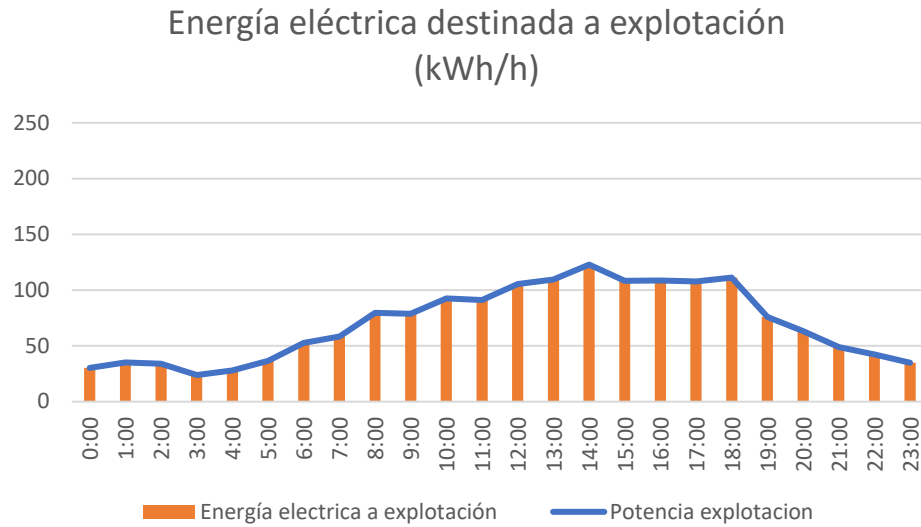
- Noviembre.



Gráfica 39. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de noviembre. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de noviembre, se cubrirán 1.850,71 kWh de energía eléctrica.

- Diciembre.



Gráfica 40. Energía eléctrica generada destinada a explotación en el mes de diciembre. Fuente: Elaboración propia.

Diariamente, en el mes de diciembre, se cubrirán 1.680,21 kWh de energía eléctrica.

6.7. Energía eléctrica vertida a la red eléctrica.

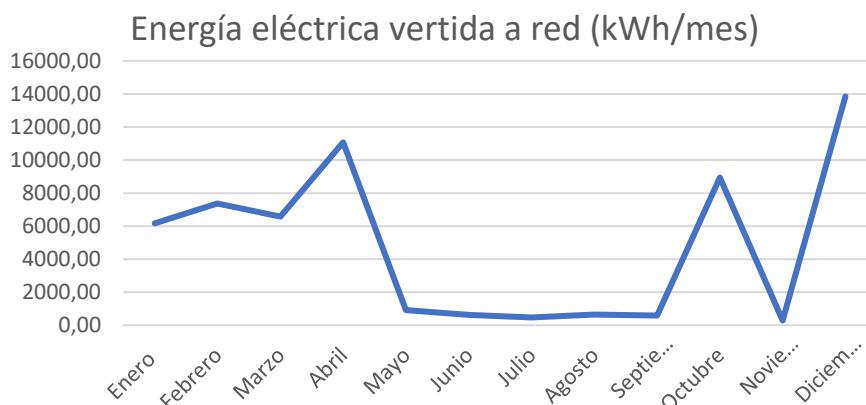
Existen periodos de tiempo en los que se cubren todas las necesidades eléctricas de la explotación, habiendo excedentes de energía, estos excesos de energía se verterán a red de manera que se recibirá una compensación económica por cada kWh vertido a la misma.

A continuación, se muestra una gráfica encargada de representan la cantidad de energía eléctrica que se verterá a la red eléctrica, y una tabla, donde aparecerán los resultados con la finalidad de poder contabilizar de una mejor manera la energía vertida a red.

Tabla 17. Energía eléctrica vertida a la red eléctrica.
Fuente: Elaboración propia.

Mes	Energía eléctrica vertida a red (kWh/mes)
Enero	6.172,57
Febrero	7.365,00
Marzo	6.572,50
Abril	11074,99
Mayo	907,75
Junio	627,63
Julio	479,83
Agosto	636,00
Septiembre	579,14
Octubre	8940,53

Noviembre	284,89
Diciembre	13.849,01
Total	57489,85 (kWh/año)



Gráfica 41. Energía eléctrica vertida a la red eléctrica.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica que se ha expuesto a continuación, la tendencia es que en los meses de invierno se vierta a red la mayor parte de energía y en los meses de verano únicamente se vierta una mínima cantidad de energía debido a que el método de operación realizado no es 100 % exacto. Cabe destacar la bajada de energía vertida a red en el mes de noviembre, esto se debe a que se le dará prioridad a abastecer la energía demandada por la explotación y cubrir las necesidades térmicas del digestor. En el mes de noviembre empiezan a ser notables las necesidades térmicas y aún hay un elevado consumo energético, provocando de esta manera que el vertido de energía eléctrica a red sea prácticamente nulo.

6.8. Energía térmica destinada a explotación.

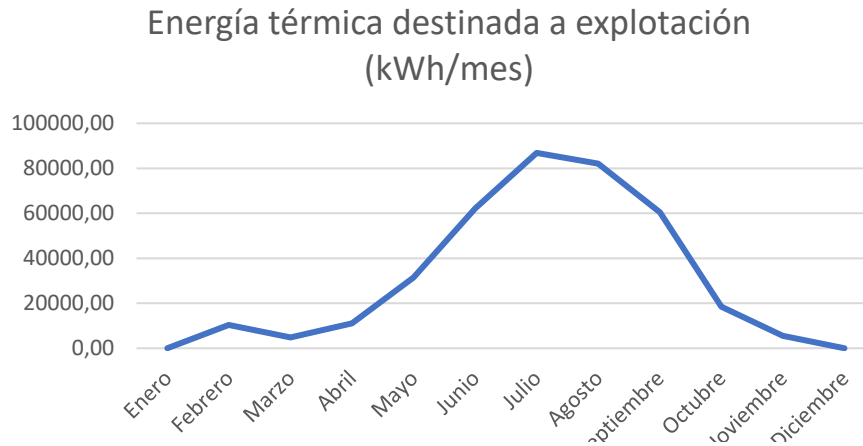
Cuando el digestor ha satisfecho todas sus necesidades térmicas, la energía térmica generada por la unidad de cogeneración es llevada a la explotación, proporcionando de esta manera energía térmica, lo que supone un mayor ahorro económico en los momentos que esto ocurra.

A continuación, se muestra una gráfica encargada de representar la cantidad de energía térmica destinada a la explotación y una tabla, donde aparecerán los resultados con la finalidad de poder contabilizar de una mejor manera dicha energía.

Tabla 18. Energía térmica destinada a explotación.
Fuente: Elaboración propia.

Meses	Energía térmica destinada a explotación (kWh/mes)
Enero	0,00
Febrero	10.411,50
Marzo	4.825,76
Abril	11.074,99
Mayo	31.390,65
Junio	62.157,97

Julio	86.837,57
Agosto	82.060,90
Septiembre	60.433,02
Octubre	18.528,86
Noviembre	54.88,02
Diciembre	0,00
Total	373.209,23



Gráfica 42. Energía térmica destinada a explotación.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la gráfica, los meses que mayor aporte térmico tienen a la explotación se tratan de los meses más calurosos. Esto es debido a que en estos meses las necesidades térmicas de los digestores son menores ya que habrá una menor pérdida de calor en el digestor y se necesitará menor calor para calentar el sustrato al encontrarse este a una mayor temperatura.

7. Reducción de toneladas de CO₂.

7.1. Introducción.

El cambio climático se trata de uno de los problemas ambientales a los que se enfrenta la población hoy en día. Uno de los principales causantes del cambio climático se trata de los gases de efecto invernadero, más conocidos como GEI.

Gases de efecto invernadero se denominan a los gases que tiene la capacidad de absorber y emitir radiación dentro de un rango infrarrojo. Siendo los siguientes los principales gases de efecto invernadero:

- Vapor de agua.
- Dióxido de carbono.
- Metano.
- Óxido de nitrógeno.
- Ozono.

Las principales fuentes de gases de efecto invernadero de una explotación porcina son:

- Gases de efecto invernadero relativos al consumo de energía eléctrica debido al empleo de combustibles fósiles para la obtención de esta.

- Gases de efecto invernadero relativos a la gestión del purín realizada en la explotación.

7.2. Reducción de toneladas de CO₂ por la gestión de purín.

El cálculo de la reducción emisiones de CO₂ referidas a la gestión del purín se ha realizado con los datos tabulados en el Ministerio para la Transición Ecológica y los datos de la analítica de purín que se incorpora en el Anejo II “Condicionantes” del presente proyecto.

Para cálculo de dichas emisiones se han usado unas tablas ya preestablecidas, en un fichero Excel, por la convocatoria del 2019 del Proyecto Clima.

Con la gestión del purín se podrán reducir las toneladas de CO₂ de dos formas, mediante la reducción de emisión por la gestión en granja y por la reducción de emisiones por la aplicación de purín al campo.

Para el cálculo de las emisiones reducidas, el fichero Excel mencionado con anterioridad, nos pide señalar los siguientes datos:

1. Toneladas de purín generado al año: 30.300 t/año.
2. Porcentaje de solidos totales del purín: 3,1%.
3. Toneladas de materia seca producida al año: 939,3 t materia seca al año.
4. Porcentaje de nitrógeno del purín: 6,56 %.

Las emisiones de CO₂ reducidas son las siguientes:

- Reducción de emisiones por gestión en granja.

El mantener el purín en una balsa a cielo abierto, provoca la aparición de gases de efecto invernadero, metano, óxido nitroso y dióxido de carbono. Para contabilizar dichas emisiones se les aplica una equivalencia a toneladas de CO₂. Las emisiones de gases de efecto invernadero que se evitan con el proceso de digestión anaerobia son las siguientes:

- Metano: 65.957,04 kg/año, lo que equivale a 1.648,93 t/año de CO₂.
- Dióxido de nitrógeno: 120 kg/año, lo que equivale a 57,70 t/año CO₂.
- Amoníaco: 0,220 kg/año, lo que equivale a 13,55 t/año CO₂.

- Reducción de emisiones por aplicación a campo.

La aplicación del purín al campo provoca la emisión de gases de efecto invernadero como son el amoníaco, óxido nitroso y dióxido de nitrógeno. Para contabilizar dichas emisiones se les aplica una equivalencia a toneladas de CO₂. Las emisiones de gases de efecto invernadero que se evitan por no aplicar el purín al campo se clasifican a su vez en emisiones directas y emisiones indirectas.

- Emisiones directas. Las emisiones directas se tratan del amoníaco, oxido nitrógeno y parte del dióxido de carbono, el total de toneladas de carbono que se reducen por la anulación de las emisiones directas referidas a la aplicación de purín a campo ascienden a 223,63.
- Emisiones indirectas. Las emisiones indirectas se tratan de el nitrógeno volatilizado como amoníaco y óxido nitroso, el total de toneladas de

carbono que se reducen por la anulación de las emisiones indirectas referidas a la aplicación de purín en campo ascienden a 213,92.

7.3. Reducción de toneladas de CO₂ por energía eléctrica.

El abastecimiento energético de la energía eléctrica producida por la unidad de cogeneración implica la reducción de la energía consumida de red, lo que implica una reducción de las emisiones de efecto invernadero.

El Documento Reconocido del reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) estima que se consume 0,357 kg CO₂/kWh, la energía que se destina anualmente a la explotación será de 841,37 MWh, por lo que se reducirán un total de 300,33 t de CO₂ equivalentes.

8. Características del digestato.

El sustrato introducido en el digestor anaerobio, además de la producción de biogás, produce digestato, definiéndose como el material residual resultante de la digestión anaerobia. Este producto posee un uso potencial como fertilizante orgánico. Siendo el modo de aplicación de forma directa o con una separación entre las dos fracciones que se encuentran en él, sólida y líquida.

Este residuo biodegradable está compuesto materia inorgánica, materia orgánica parcialmente biodegradada junto con la biomasa microbiana y agua.

Desde el punto de vista de uso agronómico de los materiales digeridos las características que presentan más interés son las siguientes:

- El digestato presentan menor olores y mayor calidad higiénica que el purín.
- Se puede asimilar a un fertilizante mineral debido a que presenta un mayor grado de mineralización ya que pasa de nitrógeno y fósforo orgánico a mineral después de la fermentación.
- La materia orgánica se encuentra estabilizada debido a que, durante la fermentación anaerobia, la fracción orgánica disponible de la materia orgánica es degradada por los microorganismos.
- Se trata de un producto más homogéneo que el purín lo que significa que la aplicación de este es mucho más sencilla.
- La presencia de bacterias patógenas es mínima.
- Mejorar la calidad de los cultivos y calidad del suelo.

Realizando una comparación entre el purín que se vertía con anterioridad y el digestato se obtienen las siguientes observaciones:

- Aumento del nitrógeno total debido a la degradación del carbono a dióxido de carbono y metano y a la conservación del nitrógeno durante el proceso de digestión anaerobia. El amoníaco que presenta el digestato se trata de entre

el 60-80% de todo el nitrógeno presente por lo que permitirá que los cultivos lo utilicen de manera inmediata ya que se transforma de manera directa a nitrato. (Makádi y col., 2011).

- La concentración de materia orgánica que se presenta en el digestato es menor que en el purín debido a que en el produce de digestión anaerobia se produce una degradación de los solitos volátiles.

ANEJO VII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

ÍNDICE ANEJO VII: INGENIERIA DE LAS OBRAS

1. Ingeniería de las obras.....	1
1.1. Digestor anaerobio.....	1
1.1.1. Diseño del digestor anaerobio.....	1
1.1.2. Elección de materiales.....	2
1.1.3. Cálculos de la estructura.....	3
1.1.4. Geometría estructural.....	5
1.1.5. Descripción del armado.....	5
1.1.6. Comprobaciones.....	6
1.1.7. Comprobación de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo).....	10
1.1.8. Cálculo de la cubierta.....	11
1.1.9. Cálculo de vigas de celosía.....	12
1.1.10. Sistemas de limitación de bajada.....	15
1.1.11. Bomba soplante de aire.....	16
1.2. Tanque de mezclado.....	17
1.2.1. Diseño del tanque de mezclado.....	17
1.2.2. Elección de materiales.....	17
1.2.3. Cálculos de la estructura.....	18
1.2.4. Geometría.....	19
1.2.5. Descripción del armado.....	19
1.2.6. Comprobaciones geométricas y de resistencia.....	20
1.2.7. Comprobaciones de estabilidad (círculo de deslizamiento pésimo).....	24
1.3. Tanque de almacenamiento del digestato.....	25
1.3.1. Dimensionamiento del depósito de digestato y depósito de purín.....	25
1.3.2. Diseño del muro divisorio.....	25
1.3.3. Elección de materiales.....	25
1.3.4. Cálculos de la estructura.....	26
1.3.5. Geometría.....	26
1.3.6. Descripción del armado.....	26
1.3.7. Comprobaciones geométricas y de resistencia.....	27
1.3.8. Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo).....	31
1.4. Cimentación de equipos auxiliares.....	31
1.4.1. Losa de cimentación de los equipos de purificación de biogás.....	31
1.4.1.1. Elección de materiales.....	31

1.4.1.2. Cálculos estructurales.....	32
1.4.1.3. Descripción de la losa y descripción del armado.....	32
1.4.1.4. Comprobaciones geométricas.....	32
1.4.2. Losa de módulo de cogeneración.....	34
1.4.2.1. Elección de materiales.....	34
1.4.2.2. Cálculos estructurales.....	34
1.4.3. Geometría de la losa y descripción del armado.....	35
1.4.3.1. Comprobaciones geométricas.....	35
1.4.4. Losa de cimentación de antorcha de seguridad.....	37
1.4.4.1. Elección de materiales.....	37
1.4.4.2. Cálculos estructurales.....	37
1.4.4.3. Geometría de la losa y descripción del armado.....	38
1.4.4.4. Comprobaciones geométricas.....	38
1.4.5. Losa de cimentación del soplante de aire.....	40
1.4.5.1. Elección de materiales.....	40
1.4.5.2. Geometría de la sola y descripción del armado.....	40
1.4.5.3. Comprobaciones geométricas.....	41
2. Ingeniería de las instalaciones.....	43
2.1. Líneas de distribución: tuberías y válvulas.....	43
2.1.1. Cálculos hidráulicos.....	43
2.1.1.1. Introducción.....	43
2.1.1.2. Elección de materiales.....	43
2.1.1.3. Dimensionamiento general.....	43
2.1.1.4. Dimensionamiento línea 1.....	44
2.1.1.5. Dimensionamiento línea 2.....	44
2.1.1.6. Dimensionamiento línea 3.....	45
2.1.1.4. Dimensionamiento de la línea de calefacción.....	45
2.1.1.5. Dimensionado de la línea de biogás.....	49
2.1.2. Válvulas y elementos de seguridad de las líneas.....	51
2.1.2.1. Colocación de valvulería.....	51
2.1.2.2. Actuador eléctrico.....	53
2.2. Columna de absorción.....	53
2.2.1. Introducción.....	53
2.2.2. Cantidad de H ₂ S a eliminar.....	53
2.2.3. Cantidad de óxido férrico necesaria.....	54

2.2.4. Volumen y dimensiones del filtro.	54
2.2.5. Materiales de la columna de absorción.....	55
2.3. Deshumidificador.	55
2.4. Equipos de bombeo.	56
2.4.1. Introducción.....	56
2.4.2. Cálculos necesarios.	56
2.4.3. Cálculo de la potencia de la bomba del depósito de purín.	59
2.4.4. Cálculo de la potencia de la bomba del tanque de mezclado.	60
2.5. Intercambiador.....	62
2.5.1. Introducción.....	62
2.5.2. Cálculos para la selección del intercambiador.	62
2.5.3. Elección del intercambiador comercial.....	63
2.6. Sistema de agitación.....	64
2.6.1. Agitación en el digestor anaerobio.....	64
2.6.2. Agitación en tanque de mezclado.	65
2.6.3. Disposición de los agitadores.	65
2.7. Módulo de cogeneración.....	66
2.7.1. Módulo de alojamiento de unidad de cogeneración.	66
2.7.2. Unidad de cogeneración.....	67
2.7.3. Elementos de seguridad de unidad de cogeneración.	74
2.8. Caldera de combustión.	74
2.8.1. Selección de la caldera.	74
2.8.2. Elementos de seguridad en la caldera de combustión.....	75
2.8.3. Calidad de agua de alimentación.....	76
2.9. Automatismo y control.	76
2.9.1. Cuadro de control.....	76
2.9.2. Sistema de operación.....	78
2.9.3. Cableado de datos.	78
2.9.4. Tubos de protección.	79
2.9.5. Equipos de control.....	80
2.9.6. Enclavamiento.....	83
2.10. Instalación eléctrica.	85
2.10.1. Instalación de puesta a tierra.....	85
2.10.2. Calculo de los cables de baja tensión.....	88
2.10.2.1. Introducción.	88
2.10.2.2. Cálculos realizados.....	88

2.10.2.3. Cálculo del cableado de los equipos del tanque de mezclado.....	91
2.10.2.4. Cálculo del cableado de los equipos del digestor anaerobio.	94
2.10.2.5. Cálculo del cableado de los equipos de control situados en el módulo de cogeneración.	97
2.10.2.6. Cálculo del cableado de equipos trifásicos conectados directamente al cuadro general del módulo de cogeneración.	99
2.10.2.7. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico del tanque de mezclado.	100
2.10.2.8. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico del digestor anaerobio. ..	101
2.10.2.9. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico de la planta de producción de biogás.....	102
2.10.2.10. Cálculo del cableado del generador del módulo de cogeneración.	103
2.10.2.11. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico del módulo de cogeneración.....	104
2.10.2.12. Cálculo del cableado desde cuadro general de baja tensión de explotación a transformador.	104
2.10.3. Tipo de cable.....	105
2.10.4. Interruptores magnetotérmicos y diferenciales.	106
2.10.5. Variador de frecuencia.	106
2.10.6. Equipos de medida.....	107
2.10.7. Cuadros eléctricos.....	108
2.11. Sistema de trituración y transporte de paja a tanque de mezclado.	108
2.11.1. Equipos de trituración.....	108
2.11.2. Equipo de dosificación.....	108
2.11.3. Equipo de transporte.	109
2.12. Equipos de seguridad de la planta.	109
2.12.1. Introducción.....	109
2.12.2. Antorcha.....	109
2.12.3. Válvula de seguridad en el gasómetro.....	110

1. Ingeniería de las obras.

1.1. Digestor anaerobio.

1.1.1. Diseño del digestor anaerobio.

El diseño del digestor anaerobio se ha calculado en función del volumen que debe de contener para que el sustrato permanezca el tiempo de retención adecuado para la digestión anaerobia (20 días). Este tiempo sería igual al tiempo de residencia del líquido (hidráulico) o TRH.

$$THR = \frac{V_R}{V}$$

Siendo:

- HRT: tiempo de retención hidráulico (20 días)
- V_R : Volumen del digestor.
- V : Velocidad de carga orgánica (89.75 m³/día).

Según este cálculo, el volumen de sustrato que ha de albergar el digestor es de 1.795,05 m³. A este volumen se le aplicará un factor de corrección de 1,4. Este factor se trata del factor necesario para incluir el volumen ocupado por el biogás en la parte superior del digestor. Por lo que el digestor deberá de poseer un volumen mínimo de 2.513,07 m³.

Las fórmulas consideradas para el diseño del digestor están determinadas por la siguiente imagen, donde se describe el procedimiento necesario para el diseño de un digestor de cúpula fija.

Los pasos determinados para el diseño del digestor han sido los siguientes:

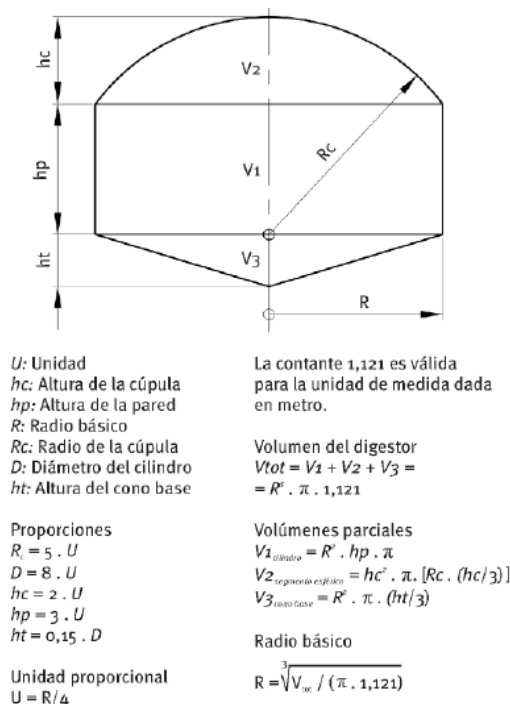


Imagen 1. Partes en las que se divide en biodigestor de cúpula fija y sus fórmulas de cálculo. Fuente: Diseño y construcción de plantas de biogás

- Determinación del radio básico.
Para la determinación del radio básico se ha utilizado la fórmula del volumen total del digestor, siendo el radio básico es de 8.93 m.
- Determinación de la unidad proporcional.
La unidad proporcional se trata de una unidad que nos va a permitir calcular todas las proporciones necesarias para el diseño del digestor. La unidad proporcional (U) es de 2.23 m.
- Determinación de las proporciones.
Las proporciones del biodigestor de cúpula fija son
 - Radio de la cúpula (R_c): 11,17 m.
 - Diámetro del cilindro (D): 17,87 m.
 - Altura de la cúpula (hc): 4,46 m.
 - Altura de la pared (hp): 6,70 m.
 - Altura del cono de la base (ht): 2,68 m.
- Determinación del volumen real.
Una vez que se tienen las proporciones del digestor se pueden obtener los volúmenes parciales del digestor y el volumen total real. Siendo estos los siguientes:
 - Volumen del cilindro: 1.681,36 m³.
 - Volumen del segmento esférico: 1.043,39 m³.
 - Volumen de la base cónica: 350,28 m³.
 - Volumen total del digestor: 3075,03 m³.

El motivo del sobredimensionamiento del digestor es que la producción de biogás no se vea afectada si existe algún parón en el área de almacenamiento y acondicionamiento del biogás por motivo de ruptura o mantenimiento de los respectivos equipos que conforman la línea.

Además, en el digestor se van a incluir dos vigas de celosía, tipo Pratt, las cuales sirven de soportación a los agitadores necesarios para la correcta agitación del sustrato. Ambas vigas van a tener las mismas características debido a que ambas van a soportar el peso de los dos agitadores. Estos agitadores al ser simétricos se colocan a la misma distancia.

1.1.2. Elección de materiales.

En función del tipo de parte del digestor, este tendrá un tipo de material u otro. Los materiales que van a formar cada una de las partes del digestor se recogen a continuación:

- Cubierta.
La cubierta del digestor se tratará de una doble membrana plástica de caucho de polietileno propileno dieno monómero (EPDM) de 1,2 mm de espesor y un aislamiento combinado de plástico de polietileno de baja densidad (LDPE), una lámina de aluminio con tratamiento anticorrosión y espuma de polietileno.

- Solera.

La solera del digestor anaerobio estará compuesta de hormigón armado. En la cara exterior de la solera se ubicará un aislamiento térmico de 0,10 m de espesor, así como una lámina de impermeabilización de policloruro de vinilo de un espesor de 0,95 mm, y hormigón de limpieza de 0,10 m. La lamina de policloruro de vinilo se situará entre el hormigón de limpieza y el aislamiento de vidrio celular con la finalidad de proteger de la humedad debida a la capilaridad al aislante térmico y a la losa de cimentación.

Los tipos de materiales que se van a utilizar para constituir el armado de hormigón van a ser los siguientes:

- Se optará por un hormigón con una permeabilidad reducida para una adecuada durabilidad, y una adecuada protección de las armaduras frente a la posible corrosión. Por ello, la relación cemento/agua del hormigón deberá de ser baja y de una hidratación moderada. El hormigón seleccionado tendrá una clase de exposición Q_b , ya que, en el interior del digestor el hormigón sufrirá una agresividad química media, siendo esta determinación realizada en base a la Instrucción de Hormigón Estructural.

En la tabla 37.3.2.b de la Instrucción EHE se fijan unos valores de calidad del hormigón. Para el hormigón armado con clase de exposición II_a+Q_b , se requiere una resistencia mínima característica de 30 N/mm^2 , un mínimo contenido en cemento de 325 kg/m^3 y una relación máxima de agua/cemento de 0.5. Por lo que el tipo de hormigón utilizado se trata de un hormigón HA-30/B/20/ II_a+Q_b , cumpliendo con la normativa de CTE.

- Las barras corrugadas para la realización del armado serán unas barras corrugadas del tipo B 400 S cuyo limite elástico es N/mm^2 .

- Cerramientos.

Para los materiales que conforman los cerramientos del digestor anaerobio se empleará el mismo hormigón que se emplea en la solera, es decir, el hormigón tipo HA-30/p/20/ II_a+Q_b y las barras corrugadas para el armado serán B 400 S.

Los cerramientos interiores contarán con un revestimiento de Cs s3 d0 (M2) para evitar la propagación del fuego en la fachada interior cuando esta se encuentre vacía por motivos de mantenimiento.

- Viga de celosía.

Las vigas de celosía, ubicadas en el interior del digestor, estarán constituidas por un perfil de acero armado, con acero laminado S275JR, teniendo además un revestimiento de protección contra el fuego R90 constituido por pintura intumescente.

1.1.3. Cálculos de la estructura.

Los cálculos estructurales necesarios para el dimensionado de la parte de la estructura se han realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para

Arquitectura, Ingeniería y Construcción) con una versión “after hours” del 2013. El apartado que se utilizó fue el apartado de muros en ménsula, garantizándose el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación. Las consideraciones tomadas para la realización

- Se considera una zapata corrida en forma de L de longitud la mitad del depósito, de esta manera la zapata será la propia losa del tanque de mezclado.
- Se considera que el depósito está lleno de agua en la parte interior de la L. Este líquido empuja al parámetro vertical como si fuera terreno, siendo el ángulo de rozamiento entre el líquido y el parámetro vertical de 0.
- Se puede considerar que la porción es plana, ya que se trata de una situación más desfavorable que si fuese curva.
- Se considera que el parámetro del depósito forma 90 grados con la solera, ya que esto es más desfavorable que considerar el ángulo real de la solera.

El dimensionamiento de la zapata, solera, se realiza en función a la resistencia de compresión del suelo, siendo este dato el dato que aparece en el estudio geotécnico realizado.

El espesor tanto de la solera como de los cerramientos es el siguiente:

- Espesor de los cerramientos.
El espesor de los cerramientos del digestor anaerobio se ha determinado con la expresión que aconseja Jiménez Montoya en su libro Hormigón Armado (2018), esta expresión se trata de la siguiente:

$$h = 0,05H_w + 0,01R$$

Siendo:

- h: espesor (m).
- H_w : altura del agua (m).
- R: radio (m).

La altura de agua se ha determinado en función del volumen de digestato que hay en los cerramientos, siendo la altura de agua de 5,75 m. Según la fórmula que aconseja Jiménez Montoya, los cerramientos tendrán que tener como mínimo un espesor de 0,37 m, pero para evitar el incumplimiento de la Instrucción Técnica EHE el espesor de los cerramientos deberá de ser de 0,65 mm.

- Espesor de la solera.
El espesor de la solera se ha determinado con la expresión que aconseja Jiménez Montoya para el cálculo de soleras de depósitos cilíndricos de hormigón armado, esta expresión se trata de la siguiente:

$$e = 0,10 H_w$$

La altura de agua de la solera se ha determinado en función de la altura de agua que albergan los cerramientos (5,76 m) y la altura de agua que hay en el punto más profundo de la solera.

La altura de agua total es de 8,43 m, por lo que el espesor mínimo que aconseja Jiménez Montoya es de 0,84 m. No obstante, para evitar el incumplimiento de la Instrucción Técnicas de EHE, la solera tendrá un espesor de 1,5 m.

1.1.4. Geometría estructural.

- Cerramientos.
 - Altura: 6,70 m
 - Espesor superior: 0,65 m
 - Espesor inferior: 0.65 m.
- Losa.
 - Tipología: Losa de cimentación.
 - Espesor de canto: 1,50 m
 - Vuelo en el trasdós: 8,93 m
 - Hormigón de limpieza: 0,10 m.

1.1.5. Descripción del armado.

- Coronación.

Tabla 1. Coronación digestor anaerobio.

Fuente: CYPE

CORONACIÓN
Armadura superior: 3 Ø16
Anclaje intradós / trasdós: 56 / 55 cm

- Tramos.

Tabla 2. Tramos de digestor anaerobio.

Fuente: CYPE

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30	Ø12c/10	Ø20c/20	Ø12c/10
	Solape: 0.2 m		Solape: 0.65 m	
			Refuerzo 1: Ø32 h=1.5 m	

- Zapata (solera).

Tabla 3. Zapata de digester anaerobio.
Fuente: CYPE

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/10	Ø16c/10
		Patilla Intradós / Trasdós: 16 / - cm
Inferior	Ø12c/30	Ø12c/30
		Patilla intradós / trasdós: 16 / - cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

1.1.6. Comprobaciones.

- Cerramientos.

Tabla 4. Comprobaciones cerramientos digester anaerobio.
Fuente: CYPE

Referencia: Cerramientos.		
comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 225.26 t/m Calculado: 22.24 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 8.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 8.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 10 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00174	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00174	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Calculado: 0.00174	

- Trasdós:	Mínimo: 0.00172	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 8e-005	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.0012	
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0086	Cumple
- Trasdós (1.50 m):	Calculado: 0.00241	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0.0023	
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0086	Cumple
- Trasdós (1.50 m):	Calculado: 0.00241	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.00036	
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.0004	Cumple
- Intradós (1.50 m):	Calculado: 0.0004	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Calculado: 0.0004	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 3e-005	Cumple
- Intradós (1.50 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: <i>EC-2, art. 5.4.7.2</i>	Máximo: 0.04	
- (6.70 m):	Calculado: 0.00281	Cumple
- (1.50 m):	Calculado: 0.009	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 6.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Artículo 44.2.3.2.1 (EHE-98)</i>	Máximo: 24.37 t/m Calculado: 12.16 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.1 mm Calculado: 0.093 mm	Cumple

<i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>		
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.6.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.64 m Calculado: 0.65 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.2 m Calculado: 0.2 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 55 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 56 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 6 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.60 m, Md: 30.67 t·m/m, Nd: 9.91 t/m, Vd: 17.85 t/m, Tensión máxima del acero: 3.173 t/cm²		
- Sección crítica a cortante: Cota: 1.50 m		
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 1.50 m, M: 10.78 t·m/m, N: 8.45 t/m		

- Zapata corrida (solera).

Tabla 5. Comprobaciones zapata corrida digestor anaerobio.

Fuente: CYPE

Referencia: Zapata corrida		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 9.41	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.13	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm Calculado: 150 cm	Cumple
- Zapata: <i>Norma EHE. Artículo 59.8.1.</i>		

Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 1.9 kp/cm ² Calculado: 1.025 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 2.375 kp/cm ² Calculado: 1.487 kp/cm ²	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 12.59 cm ² /m Calculado: 20.1 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 3.77 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: - Trasdós: <i>Norma EHE. Artículo 44.2.3.2.1.</i>	Máximo: 39.1 t/m Calculado: 5.15 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.5.</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 39 cm Calculado: 142.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 142.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>		
- Inferior:	Mínimo: 5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
- Lateral:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
- Superior:	Mínimo: 5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE. Artículo 59.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple

- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE. Artículo 42.3.1 (pag.149).</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.00134	
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE. Artículo 56.2.</i>	Mínimo: 0.00033	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE. Artículo 42.3.2.</i>	Mínimo: 0.0011	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.1.7. Comprobación de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo).

Tabla 6. Comprobación de estabilidad digestor anaerobio.

Fuente: CYPE

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): Digestor anaerobio		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Fase: Coordenadas del centro del círculo (-0.06 m; 10.88 m) - Radio: 15.70 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.8 Calculado: 4.59	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.1.8. Cálculo de la cubierta.

Las acciones que se han considerado para el cálculo de la cubierta son las siguientes:

- Nieve.
La determinación de la carga de nieve en la cubierta del digestor anaerobio se hace según el Código Técnico de la Edificación, con el Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación. Este documento dice en el punto 3.5.1: “La determinación de la carga de nieve que actúa sobre elementos que impidan el deslizamiento de la nieve, se puede deducir a partir de la masa de nieve que puede deslizarse”. A estos efectos se debe suponer que el coeficiente de rozamiento entre la nieve y la cubierta es nulo.
Por lo que en la cubierta del digestor anaerobio la nieve caerá por su propio peso despreciándose esta sobrecarga.

- Peso propio.
El peso propio de la cubierta se tratará del peso de la membrana exterior y del aislamiento, siendo el peso de estos dos elementos el siguiente:
 - Peso del aislante: 0,360 kg/m².
 - Peso de la membrana de EPDM: 1,4 kg/m².

La superficie de la cubierta es de 313,58 m², por lo que el peso propio de la cubierta es de 551,91 kg.

- Acción del viento.
La acción del viento se determina según el Código Técnico de la Edificación, con el Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación. Este documento dice en el punto 3.3.2: “Acción del viento que la acción del viento se trata de una fuerza perpendicular de cada punto expuesto la cual puede expresarse como”:

$$q_e = q_b + c_e + c_p$$

Siendo:

- q_e : Acción del viento.
- q_b : La presión dinámica del viento. De manera simplificada como valor en cualquier punto del territorio español puede adoptarse como 0,5 kN/m³.
- c_e : Coeficiente de exposición, el cual es variable en función de la altura del punto considerado, se determina en función del grado de aspereza de entorno donde se encuentra ubicada la construcción.
- c_p : El coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y su caso, de la situación respecto a los bordes de esa superficie.

Los valores de estos parámetros son los siguientes:

- Coeficiente de exposición: Se ha considerado el punto más alto del digestor, 11,17 m. Por ello la altura del punto considerado será 12. El grado de aspereza del entorno será el grado III, es decir, una zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas, por lo que el coeficiente de aspereza es de 2,5.
- Coeficiente eólico o de presión exterior: Se ha determinado en función de la Tabla D.13 de cubiertas esféricas del Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación, siendo este de 0,8.

Por lo que la presión del viento contra el digestor en el caso más desfavorable será de 1 kN/m².

La cubierta, como se ha indicado anteriormente, será una cubierta de doble membrana suspendida. El elemento encargado tanto de soportar dicha cubierta, como soportar las cargas que se producen en él, será un soplante de aire.

1.1.9. Cálculo de vigas de celosía.

El cálculo de las vigas de celosía se ha realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción). Se ha utilizado una versión “after hours” del 2013, con el apartado nuevo metal 3D para estudiantes, donde se garantiza el cumplimiento del Código Técnico de Edificación.

Para este cálculo se ha tenido en cuenta tanto el peso de cada uno de los agitadores como la distancia a la que se colocan.

Las dimensiones de cada una de las vigas serán las siguientes:

- Altura: 0,80 m.
- Longitud: 18,85 m.

Los nudos existentes en las vigas de celosía son los siguientes:

Tabla 7. Nudos existentes en las vigas de celosía del digestor anaerobio.
Fuente: CYPE

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	18.700	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	0.000	18.700	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	0.000	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.365	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	9.365	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	14.032	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	14.032	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	4.697	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	4.697	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	2.363	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N12	0.000	2.363	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	7.031	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	7.031	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	11.698	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	11.698	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	16.366	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	16.366	0.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Siendo:

- $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.
- $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Por otro lado, las barras vienen descritas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Descripción de las barras de las vigas de celosía del digestor anaerobio.
Fuente: CYPE

Tipo	Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}
Acero laminado	S275						
		N11/N9	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N9/N13	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N13/N5	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N5/N15	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.333	1.00	1.00
		N15/N7	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N7/N17	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N17/N2	N1/N2	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N2/N3	N2/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N4/N12	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.363	1.00	1.00
		N12/N10	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00

		N10/N14	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N14/N6	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N6/N16	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.333	1.00	1.00
		N16/N8	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N8/N18	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N18/N3	N4/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.334	1.00	1.00
		N1/N4	N1/N4	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N5/N6	N5/N6	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N7/N8	N7/N8	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N9/N10	N9/N10	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N11/N12	N11/N12	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N13/N14	N13/N14	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N15/N16	N15/N16	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N17/N18	N17/N18	CA 150x10x100x10 (CA)	0.500	1.00	1.00
		N11/N4	N11/N4	CA 150x10x100x10 (CA)	2.415	1.00	1.00
		N9/N12	N9/N12	CA 150x10x100x10 (CA)	2.387	1.00	1.00
		N13/N10	N13/N10	CA 150x10x100x10 (CA)	2.387	1.00	1.00
		N5/N14	N5/N14	CA 150x10x100x10 (CA)	2.387	1.00	1.00

		N17/N3	N17/N3	CA 150x10x100x10 (CA)	2.387	1.00	1.00
		N7/N18	N7/N18	CA 150x10x100x10 (CA)	2.387	1.00	1.00
		N15/N8	N15/N8	CA 150x10x100x10 (CA)	2.387	1.00	1.00
		N5/N16	N5/N16	CA 150x10x100x10 (CA)	2.386	1.00	1.00
<p>Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>							

No hay separación entre arriostramientos del ala superior ni separación entre arriostramientos del ala inferior.

1.1.10. Sistemas de limitación de bajada.

Para evitar que la membrana interior permanezca en contacto con el sustrato del interior del digester anaerobio, se va a disponer de cintas que atraviesan diagonalmente el digester anaerobio.

Las cintas van a tratarse de cintas de carga de poliéster de 50 mm de ancho y una resistencia de rotura de 7500 kg. A estas cintas irán acoplados sistemas de tensión de acero inoxidable AISI 316.

Para la fijación de las cintas de carga a la pared de hormigón se dispondrá de anclaje metálico tipo gancho cincado, a una distancia de 42 mm de la parte superior de los cerramientos. Las características del anclaje tipo seleccionado son las siguientes:

Tabla 9. Características de anclaje metálico de digester anaerobio.
Fuente: Index

Característica	Unidad	Valor
Diámetro	mm	8
Diámetro de taladro	mm	10
Longitud	mm	60
Resistencia a tracción	kg	300
Modelo	-	M8
Fabricante	-	Index

Por cada metro de cerramiento se dispondrá de una cinta de carga, por lo que el número de cintas de carga instaladas en el digestor será de 28 con una longitud de 17.87 m.

Para cerciorarnos de que los anclajes metálicos aguantarán el peso propio de la membrana interior, es necesario determinar el peso propio de la misma, siendo este de 439.023 kg. Por lo tanto, la carga que aguantará cada anclaje metálico en las condiciones más desfavorables, es decir, cuando el gasómetro se encuentre vacío, será de 15.67 kg.

Al ser la resistencia a la tracción de cada anclaje metálico de 300 kg, no habrá peligro de rotura.

1.1.11. Bomba soplante de aire.

La bomba soplante de aire se trata del elemento que mantiene la presión de la membrana exterior elevada, haciendo así, manteniendo la cúpula rígida. Para determinar que soplante es el adecuado para la instalación en el presente proyecto, se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- El soplante debe de ser capaz de mantener en todo momento la membrana exterior fija, resistiendo así todas las cargas originadas en la cubierta y el peso propio de la misma.
- El soplante de aire deberá de tener una presión suficiente para garantizar una adecuada presión del biogás por la tubería, hasta llegar a la columna de desulfuración y al deshumidificador, o en su defecto a la antorcha de seguridad.

Centrándonos en la primera consideración, la presión mínima de impulsión que deberá de tener el soplante de aire elegido será la presión que provoca el peso propio de la membrana y la carga de compresión que origina el viento, para ello se utilizarán el peso de la cubierta y la acción del viento calculados en el apartado 1.18. Cálculo de la Cubierta, siendo la presión mínima de impulsión que deberá tener el digestor de 5,17 mbar.

Por ello, se ha optado por seleccionar un soplante tipo soplante monoetapa modelo K05-MA-MOR-1.50 de la marca FPZ con certificado ATEX o similar, el cual posee las siguientes características:

Tabla 10. Características de soplante de aire. Fuente: FPZ

Característica	Unidad	Valor
Máximo caudal	m ³ /h	219
Potencia	kW	1,5
Frecuencia	Hz	50
Máxima presión de impulsión	mbar	150
Nivel de ruido	dB	68,5
Peso	kg	23.5

Ancho	mm	315
Largo	mm	365

1.2. Tanque de mezclado.

1.2.1. Diseño del tanque de mezclado.

Para el diseño del tanque de mezclado, se ha tenido en cuenta tanto el volumen de paja como de purín que se introduce en dicho tanque. El volumen que entra al día es de 89,75 m³ y el tiempo de retención hidráulico, es decir, el tiempo en el que la paja y el purín se retienen en el digestor, es de 1 día.

Una vez que se establecen las necesidades que debe de cubrir el tanque de mezclado, al volumen mínimo que debe de tener se le aplica un porcentaje de seguridad del 10%, por si ocurre algún fallo evitar que el sustrato se desborde.

Este tanque se ha diseñado con una relación de altura/diámetro de 1/4 y se trata de un tanque tipo cilíndrico, para evitar que se creen zonas muertas lo que provocaría que en dichas zonas no produjera la agitación necesaria.

La ecuación utilizada para determinar la altura y el diámetro del tanque de mezclado es la siguiente:

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

Siendo:

- V = Volumen total del cilindro (m³).
- r = Radio del cilindro (m).
- h= altura del cilindro (m).

Por lo que las dimensiones del tanque de mezclado serán las siguientes:

- Radio del cilindro: 4 m.
- Diámetro del cilindro: 8 m.
- Altura del cilindro: 2 m.

Siendo el volumen total que puede albergar el depósito de 100.53 m³.

1.2.2. Elección de materiales.

El tanque de mezclado se realizará en su totalidad con hormigón armado. El tipo de acero y hormigón que se han de utilizar son los siguientes:

- Hormigón.
Se optará por un hormigón con una permeabilidad reducida para una adecuada durabilidad, así como para una adecuada protección de las armaduras a la corrosión. Para ello, la relación cemento/agua del hormigón debe de ser baja y con una hidratación cuidadosa, consiguiéndose con un curado cuidadoso. El hormigón debe de ser adecuado para una clase de exposición de tipo IV, ya que el hormigón estará en contacto con el purín. Esta selección se ha realizado en

base al Artículo 8.2 en la tabla 8.2.2 “Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras” de la Instrucción de EHE.

En la tabla 37.3.2.b de la Instrucción EHE se fijan unos valores de calidad del hormigón. Para el hormigón armado con clase de exposición IV, se requiere una resistencia mínima característica de 30 N/mm^2 , un mínimo contenido en cemento de 325 kg/m^3 y una relación máxima de agua/cemento de 0.5. Por lo que el tipo de hormigón utilizado se trata de un hormigón HA-30/B/20/IV, cumpliendo con la normativa de CTE.

- Barras corrugadas.

Se ha optado por unas armaduras pasivas de barras corrugadas del tipo B 500 S cuyo límite elástico es de 500 N/mm^2 .

1.2.3. Cálculos de la estructura.

Los cálculos estructurales necesarios para el dimensionado de la parte de la estructura se han realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción), con una versión “after hours” del 2013. El apartado a utilizar fue el de muros en ménsula, garantizándose el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se considera una zapata corrida en forma de L de longitud la mitad del depósito, de esta manera la zapata será la propia losa del tanque de mezclado.
- Se considera que el depósito está lleno de agua en la parte interior de la L. Este líquido empuja al parámetro vertical como si fuera terreno, siendo el ángulo de rozamiento entre el líquido y el parámetro vertical de 0.
- Se puede considerar que la porción es plana, ya que se trata de una situación más desfavorable a que sea curva.

El dimensionamiento de la zapata, solera, se realiza en función a la resistencia de compresión del suelo, siendo este dato el que aparece en el estudio geotécnico realizado.

- Espesor de los cerramientos.

El espesor de los cerramientos a considerar viene determinado por la expresión que aconseja Jiménez Montoya en su libro de Hormigón Armado (2018) y es la siguiente:

$$h = 0,05H_w + 0,01R$$

Siendo:

- h: espesor (m).
- H_w : altura del agua (m).
- R: radio (m).

La altura del agua se ha determinado en función del volumen de purín que hay en los cerramientos, siendo esta de 1,78 metros.

El espesor de los cerramientos según la expresión es menor a 0.20 metros. Sin embargo, será de 0,20 metros, ya que no se recomienda que sean menores debido a que pueden causar problemas constructivos.

- Espesor de la solera.

El espesor de los cerramientos a considerar viene determinado por la expresión que aconseja Jiménez Montoya en su libro de Hormigón Armado y es la siguiente:

$$e = 0,10 \times H_w$$

Siendo:

- e = espesor (m).
- H_w = altura del agua (m)

Por lo que el espesor de la solera del tanque de mezclado es de 0,16 metros. Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, el canto total mínimo en el borde de los elementos de cimentación de hormigón armado no será inferior a 0,25 m si se apoyan sobre el terreno, por lo que el espesor de la solera será de 0,25 m.

1.2.4. Geometría.

- Geometría de los cerramientos.
 - Altura: 2 m
 - Espesor superior: 0,20 m
 - Espesor inferior: 0,20 m.
- Geometría de la zapata.
 - Tipo de zapata: Zapata corrida sin puntera.
 - Canto: 0,25 m.
 - Vuelo en el trasdós: 4 m.
 - Hormigón de limpieza: 0,10 m.

1.2.5. Descripción del armado.

- Coronación.

Tabla 11. Coronación tanque de mezclado.
Fuente: CYPE

CORONACIÓN
Armadura superior: 2 Ø12
Anclaje intradós / trasdós: 16 / 16 cm

- Tramos.

Tabla 12. Tramos de tanque de mezclado.
Fuente: CYPE

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/15	Ø8c/25	Ø10c/15	Ø8c/25
	Solape: 0.25 m		Solape: 0.35 m	

- Zapata (solera).

Tabla 13. Tramos de tanque de mezclado.
Fuente: CYPE

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/30	Ø12c/30
		Patilla Intradós / Trasdós: 15 / - cm
Inferior	Ø12c/30	Ø12c/30
		Patilla intradós / trasdós: 20 / - cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

1.2.6. Comprobaciones geométricas y de resistencia.

Tabla 14. Comprobaciones de cerramientos de tanque de mezclado.
Fuente: CYPE

Referencia: Cerramiento.		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 29.74 t/m Calculado: 2.13 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 24.2 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple

- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.0008	
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.001	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00052	
- Trasdós:	Calculado: 0.001	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00261	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0.00184 Calculado: 0.00261	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00261	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0 Calculado: 0.00261	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (2.00 m): <i>EC-2, art. 5.4.7.2</i>	Máximo: 0.04 Calculado: 0.00523	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta:		Cumple

<i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		
Comprobación a cortante: <i>Artículo 44.2.3.2.1 (EHE-98)</i>	Máximo: 9.09 t/m Calculado: 1.75 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.2 mm Calculado: 0.05 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.6.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.35 m Calculado: 0.35 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.25 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 16 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 11 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 1.26 t·m/m, Nd: 1.00 t/m, Vd: 2.14 t/m, Tensión máxima del acero: 1.433 t/cm ²		
- Sección crítica a cortante: Cota: 0.16 m		
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 0.79 t·m/m, N: 1.00 t/m		

Tabla 15. Comprobaciones de cerramientos de tanque de mezclado.
Fuente: CYPE

Referencia: Zapata corrida: Tanque de mezclado		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 19.25	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5	Cumple

	Calculado: 6.19	
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE. Artículo 59.8.1.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 1.9 kp/cm ² Calculado: 0.257 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 2.375 kp/cm ² Calculado: 0.331 kp/cm ²	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>	Calculado: 3.77 cm ² /m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 1.9 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: - Trasdós: <i>Norma EHE. Artículo 44.2.3.2.1.</i>	Máximo: 8.71 t/m Calculado: 0.7 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.5.</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 17.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>		
- Inferior:	Mínimo: 4.5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
- Lateral:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
- Superior:	Mínimo: 4.5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Diámetro mínimo:	Mínimo: Ø12	

<i>Norma EHE. Artículo 59.8.2.</i>		
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras:	Máximo: 30 cm	
<i>Norma EHE. Artículo 42.3.1 (pag.149).</i>		
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:	Mínimo: 10 cm	
<i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i>		
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:	Mínimo: 0.001	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i>		
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.0015	
- Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 0.00037	Cumple
<i>Norma EHE. Artículo 56.2.</i>		
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00098	Cumple
<i>Norma EHE. Artículo 42.3.2.</i>		
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.2.7. Comprobaciones de estabilidad (círculo de deslizamiento pésimo).

Tabla 16. Comprobaciones de estabilidad de tanque de mezclado.

Fuente: CYPE

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): Tanque de mezclado		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo:	Mínimo: 1.8 Calculado: 12.874	Cumple

Combinaciones sin sismo: - Fase: Coordenadas del centro del círculo (0.27 m; 4.12 m) - Radio: 5.90 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.3. Tanque de almacenamiento del digestato.

1.3.1. Dimensionamiento del depósito de digestato y depósito de purín.

Siguiendo los condicionantes del promotor, el depósito de digestato debe tener un volumen capaz de albergar, como mínimo, la totalidad del digestato proveniente del digestor durante 6 meses. Por lo que la totalidad de volumen que deberá de albergar es de 16.372,84 m³.

Teniendo en cuenta el volumen anteriormente mencionado y la distancia de la tubería desde el digestato al depósito (0,45 m), el volumen capaz de albergar el depósito de purín será de 3.261,50 m³.

Toda la bolsa no puede ser ocupada por el digestato debido a que el purín procedente de la explotación no es constante a lo largo del tiempo. Cuando se genera la mayor cantidad de purín es cuando se realiza el vacío sanitario. De esta manera, si el purín se destinase directamente de la explotación al tanque de mezclado, habría días en los que el purín vertido sería menor al caudal diario establecido. Esto supondría el desaprovechamiento de las instalaciones y una menor producción de biogás.

Por este motivo, deberá de construirse un muro divisorio a una distancia de 17 metros de la parte norte de la actual balsa de purín.

1.3.2. Diseño del muro divisorio.

El muro a construir cruzará de manera horizontal la balsa de purín, teniendo una longitud de 75.80 m y una altura de 4 m, hasta llegar a las orillas de la balsa donde la altura irá disminuyendo gradualmente, hasta llegar a los 0 m de altura. Esto se debe a que las paredes de la balsa no son rectas, sino que tienen una inclinación de 45°. La superficie total del muro es de 290.58 m².

1.3.3. Elección de materiales.

El material que se va a emplear para la construcción del muro divisorio se trata de hormigón armado. Los tipos de materiales que se van a utilizar para conformar al hormigón armado los siguientes:

- Hormigón.
Se optará por un hormigón con una permeabilidad reducida para una adecuada durabilidad, así como para una adecuada protección de las armaduras a la corrosión. Para ello, la relación cemento/agua del hormigón debe de ser baja y con una hidratación cuidadosa, consiguiéndose con un curado cuidadoso.

Esta determinación esta realizada en base a la Instrucción de Hormigón Estructural, de la misma manera que se determinó la clase de exposición del hormigón del tanque de mezclado y del digestor anaerobio. Por lo que se requiere un hormigón con una resistencia característica de 30 N/mm^2 , un contenido mínimo de cemento de 325 kg/m^3 y una máxima relación agua/cemento de 0.5, optándose por un hormigón tipo HA-30/B/20/IV.

- Acero.
Se ha optado por las mismas armaduras pasivas que el tanque de mezclado y digestor anaerobio, siendo barras corrugadas del tipo B 500 S cuyo limite elástico es de 500 N/mm^2 .

1.3.4. Cálculos de la estructura.

Los cálculos estructurales necesarios para el dimensionado de la parte de la estructura se han realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción), con una versión “after hours” del 2013. El apartado utilizado fue el de muros en ménsula, garantizándose el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

El dimensionamiento de la zapata, solera, se realiza en función a la resistencia de compresión del suelo, siendo este dato el que aparece en el estudio geotécnico realizado.

Para la realización de los cálculos estructurales se ha tenido en cuenta las condiciones más desfavorables a las que se va a someter el muro. Estas condiciones se darán cuando se vacíe por completo el depósito de digestato y el depósito de purín se encuentre completamente lleno.

1.3.5. Geometría.

- Geometría del muro.
 - Altura: 4 m
 - Espesor superior: 0,40 m
 - Espesor inferior: 0,40 m.
- Geometría de la zapata.
 - Tipo de zapata: zapata corrida con canto y talón.
 - Canto: 0,50 m
 - Vuelo intradós/trasdós: 1,20/1,20 m
 - Hormigón de limpieza: 0,10 m.

1.3.6. Descripción del armado.

- Coronación.

Tabla 17. Coronación del muro divisorio.
Fuente: CYPE

CORONACIÓN
Armadura superior: 2 Ø12
Anclaje intradós / trasdós: 31 / 30 cm

- Tramos.

Tabla 18. Tramos del muro divisorio.
Fuente: CYPE

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30	Ø12c/25	Ø16c/20	Ø12c/25
	Solape: 0.2 m		Solape: 0.45 m	

- Zapata.

Tabla 19. Zapata del muro divisorio.
Fuente: CYPE

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/30	Ø12c/30
	Longitud de anclaje en prolongación: 50 cm	
Inferior	Ø12c/20	Ø12c/20
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

1.3.7. Comprobaciones geométricas y de resistencia.

Tabla 20. Comprobaciones del muro divisorio.
Fuente: CYPE

Referencia: MURO DIVISORIO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 55.51 t/m Calculado: 0 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.001	

- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00013	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.00251	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (0.00 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0.0023 Calculado: 0.00251	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 0.00036 Calculado: 0.00065	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (0.00 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.00065	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (4.00 m): <i>EC-2, art. 5.4.7.2</i>	Máximo: 0.04 Calculado: 0.00316	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE, artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.2 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes:		

<i>Norma EHE-98. Artículo 66.6.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.44 m Calculado: 0.45 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.2 m Calculado: 0.2 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación:		
<i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación:		
<i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>		
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: 0.00 t·m/m, Nd: 0.00 t/m, Vd: 0.00 t/m, Tensión máxima del acero: 0.000 t/cm²		

Tabla 21. Comprobaciones de la zapata corrida del muro divisorio.
Fuente: CYPE

Referencia: Zapata corrida.		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Calculado: 1000	
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE. Artículo 59.8.1.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 1.9 kp/cm ² Calculado: 0.441 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 2.375 kp/cm ² Calculado: 0.74 kp/cm ²	Cumple
Flexión en zapata:		
<i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 3.77 cm ² /m	Cumple

- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 1.08 cm ² /m Calculado: 5.65 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 1 cm ² /m Calculado: 5.65 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE. Artículo 44.2.3.2.1.</i>	Máximo: 14.27 t/m	
- Trasdós:	Calculado: 1.62 t/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 1.37 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.5.</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 21 cm Calculado: 42.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 42.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>		
- Inferior:	Mínimo: 4.5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
- Lateral:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
- Superior:	Mínimo: 4.5 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE. Artículo 59.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE. Artículo 42.3.1 (pag.149).</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:	Mínimo: 10 cm	

<i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag. 129).</i>		
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.00113	
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE. Artículo 56.2.</i>	Mínimo: 0.00028	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE. Artículo 42.3.2.</i>	Mínimo: 0.00031	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.3.8. Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo).

Tabla 22. Comprobaciones de estabilidad del muro divisorio.

Fuente: CYPE

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): MURO DIVISORIO		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Fase: Coordenadas del centro del círculo (-0.57 m ; 5.43 m) - Radio: 6.43 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.8 Calculado: 6.939	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.4. Cimentación de equipos auxiliares.

1.4.1. Losa de cimentación de los equipos de purificación de biogás.

1.4.1.1. Elección de materiales.

La losa de cimentación, donde se ubican los equipos necesarios para la purificación del biogás, está constituida por los siguientes materiales:

- Hormigón: El hormigón a utilizar se trata de un hormigón HA-30/B/20/II_b.

- Acero: Las barras que conforman el forjado de la losa se van a ser de acero corrugado B 500 S, siendo su límite elástico 500 N/mm².

1.4.1.2. Cálculos estructurales.

Los cálculos estructurales necesarios se han realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción), con una versión “after hours” del 2013. Se garantiza de este modo el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

1.4.1.3. Descripción de la losa y descripción del armado.

Esta losa posee la siguiente geometría:

- Espesor: 0,40 m.
- Longitud: 3,50 m.
- Anchura: 2,5 m.
- Espesor de hormigón de limpieza: 0.10 m.

En la siguiente tabla se detalla la descripción de la losa:

Tabla 23. Armado de losa de equipos de purificación de biogás.
Fuente: CYPE

Armado base X	Armado base Y
Armado base inferior: Ø16c/30	Armado base inferior: Ø16c/30
Armado base superior: Ø16c/30	Armado base superior: Ø16c/30

1.4.1.4. Comprobaciones geométricas.

A continuación, se presenta una tabla donde recoge todas las comprobaciones necesarias para el adecuado cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

Tabla 24. Comprobación de losa de equipos de purificación de biogás.
Fuente: CYPE

Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones de la placa: <i>Artículo 56.1 de la norma EHE</i>		
- Canto de la placa:	Mínimo: 8 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Luz menor de la placa:	Mínimo: 160 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Recubrimiento máximo compatible con ancho de apoyo existente: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6.3 cm Calculado: 4 cm	Cumple

<p>Separación máxima entre barras:</p> <p><i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.1</i></p>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
<p>Separación mínima de armaduras:</p> <p><i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i></p>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
<p>Armadura por mínimos geométricos:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i></p>	Mínimo: 3.6 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
<p>Armadura por mínimos mecánicos:</p> <p><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE</i></p>	Mínimo: 6.2 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
<p>Armadura en dirección X:</p> <p>- Prolongación de la armadura de positivos:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	Mínimo: 3.4 cm ² /m Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
<p>Armadura en dirección Y:</p> <p>- Prolongación de la armadura de positivos:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	Mínimo: 3.4 cm ² /m Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
<p>Comprobación de cuantías por flexión con acciones estáticas:</p> <p><i>Artículo 42 de la norma EHE</i></p>	Calculado: 6.8 cm ² /m	
- Comprobación de la armadura de positivos dirección X:	Mínimo: 0.4 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección X:	Mínimo: 0.7 cm ² /m	Cumple

- Comprobación de la armadura de positivos dirección Y:	Mínimo: 0.3 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección Y:	Mínimo: 0.6 cm ² /m	Cumple
Comprobación del cortante con acciones estáticas: <i>Artículo 44 de la norma EHE</i>	Máximo: 17.7731 t/m	
- Cortante en la dirección X:	Calculado: 2.8089 t/m	Cumple
- Cortante en la dirección Y:	Calculado: 2.8089 t/m	Cumple
Anclaje armado base con acciones estáticas: <i>Artículo 66 de la norma EHE</i>		
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección X:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección X:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección X:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección X:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección Y:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección Y:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección Y:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección Y:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.4.2. Losa de módulo de cogeneración.

1.4.2.1. Elección de materiales.

La losa de cimentación, donde se ubican los equipos necesarios para la purificación del biogás, está constituida por los siguientes materiales:

- Hormigón: El hormigón a utilizar se trata de un hormigón HA-30/B/20/II_b.
- Acero: Las barras que conforman el forjado de la losa se van a ser de acero corrugado B 500 S, siendo su límite elástico 500 N/mm².

1.4.2.2. Cálculos estructurales.

Los cálculos estructurales necesarios se han realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción), con una versión “after hours” del 2013. De este modo se garantiza el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

1.4.3. Geometría de la losa y descripción del armado.

Esta losa posee la siguiente geometría:

- Espesor: 0,40 m.
- Longitud: 15,90 m.
- Anchura: 6 m.
- Espesor de hormigón de limpieza: 0,10 m.

En la siguiente tabla se detalla la descripción de la losa:

Tabla 25. Armado de losa de cimentación de módulo de cogeneración.
Fuente: CYPE

Armado base X	Armado base Y
Armado base inferior: Ø16c/20 Armado base superior: Ø16c/20	Armado base inferior: Ø16c/20 Armado base superior: Ø16c/20

1.4.3.1. Comprobaciones geométricas.

Tabla 26. Comprobación de losa de cimentación de módulo de cogeneración.
Fuente: CYPE

Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones de la placa: <i>Artículo 56.1 de la norma EHE</i>		
- Canto de la placa:	Mínimo: 8 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Luz menor de la placa:	Mínimo: 80 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Recubrimiento máximo compatible con ancho de apoyo existente: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6.3 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple

Separación mínima de armaduras: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
Armadura por mínimos geométricos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 1.8 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
Armadura por mínimos mecánicos: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE</i>	Mínimo: 4.1 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
Armadura en dirección X: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 2.3 cm ² /m Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
Armadura en dirección Y: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 2.3 cm ² /m Calculado: 4.6 cm ² /m	Cumple
Comprobación de cuantías por flexión con acciones estáticas: <i>Artículo 42 de la norma EHE</i>	Calculado: 4.6 cm ² /m	
- Comprobación de la armadura de positivos dirección X:	Mínimo: 0.3 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección X:	Mínimo: 0.6 cm ² /m	Cumple

- Comprobación de la armadura de positivos dirección Y:	Mínimo: 0.2 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección Y:	Mínimo: 0.5 cm ² /m	Cumple
Comprobación del cortante con acciones estáticas: <i>Artículo 44 de la norma EHE</i>	Máximo: 10.9015 t/m	
- Cortante en la dirección X:	Calculado: 0.70223 t/m	Cumple
- Cortante en la dirección Y:	Calculado: 0.70223 t/m	Cumple
Anclaje armado base con acciones estáticas: <i>Artículo 66 de la norma EHE</i>		
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección X:	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección X:	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección X:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección X:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección Y:	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección Y:	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección Y:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección Y:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.4.4. Losa de cimentación de antorcha de seguridad.

1.4.4.1. Elección de materiales.

La losa de cimentación, donde se ubica la antorcha de seguridad, está constituida por los siguientes materiales:

- Hormigón: El hormigón a utilizar se trata de un hormigón HA-30/B/20/IV.
- Acero: Las barras que conforman el forjado de la losa se van a ser de acero corrugado B 500 S, siendo su límite elástico 500 N/mm².

1.4.4.2. Cálculos estructurales.

Los cálculos estructurales necesarios se han realizado con la aplicación CYPE del programa CYPE Ingenieros (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción), con

una versión “after hours” del 2013. De este modo se garantiza el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

1.4.4.3. Geometría de la losa y descripción del armado.

Esta losa posee la siguiente geometría:

- Espesor: 0,20 m.
- Longitud: 1,5 m.
- Anchura: 1,5 m.
- Espesor de hormigón de limpieza: 0,10 m.

En la siguiente tabla se detalla la descripción de la losa:

Tabla 27. Descripción del armado de losa de antorcha de seguridad.

Fuente: CYPE

Armado base X	Armado base Y
Armado base inferior: Ø16c/30 Armado base superior: Ø16c/30	Armado base inferior: Ø16c/30 Armado base superior: Ø16c/30

1.4.4.4. Comprobaciones geométricas.

Tabla 28. Comprobaciones de losa de antorcha de seguridad.

Fuente: CYPE

Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones de la placa: <i>Artículo 56.1 de la norma EHE</i>		
- Canto de la placa:	Mínimo: 8 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Luz menor de la placa:	Mínimo: 80 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Recubrimiento máximo compatible con ancho de apoyo existente: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6.3 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima de armaduras: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	

- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 28.4 cm	Cumple
Armadura por mínimos geométricos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 1.8 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
Armadura por mínimos mecánicos: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE</i>	Mínimo: 3.1 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
Armadura en dirección X: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 3.4 cm ² /m Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
Armadura en dirección Y: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 3.4 cm ² /m Calculado: 6.8 cm ² /m	Cumple
Comprobación de cuantías por flexión con acciones estáticas: <i>Artículo 42 de la norma EHE</i>	Calculado: 6.8 cm ² /m	
- Comprobación de la armadura de positivos dirección X:	Mínimo: 0.2 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección X:	Mínimo: 0.3 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de positivos dirección Y:	Mínimo: 0.2 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección Y:	Mínimo: 0.3 cm ² /m	Cumple
Comprobación del cortante con acciones estáticas: <i>Artículo 44 de la norma EHE</i>	Máximo: 12.2928 t/m	
- Cortante en la dirección X:	Calculado: 0.92146 t/m	Cumple
- Cortante en la dirección Y:	Calculado: 0.92146 t/m	Cumple

Anclaje armado base con acciones estáticas:		
<i>Artículo 66 de la norma EHE</i>		
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección X:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección X:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección X:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección X:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección Y:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección Y:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección Y:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección Y:	Mínimo: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

1.4.5. Losa de cimentación del soplante de aire.

1.4.5.1. Elección de materiales.

La losa de cimentación, donde se ubica el soplante de aire y el cuadro eléctrico del digestor anaerobio, está constituida por los siguientes materiales:

- Hormigón: El hormigón a utilizar se trata de un hormigón HA-30/B/20/IV.
- Acero: Las barras que conforman el forjado de la losa se van a ser de acero corrugado B 500 S, siendo su límite elástico 500 N/mm².

1.4.5.2. Geometría de la sola y descripción del armado.

Esta losa posee la siguiente geometría:

- Espesor: 0,20 m.
- Longitud: 1,5 m.
- Anchura: 1,5 m.
- Espesor de hormigón de limpieza: 0,10 m.

En la siguiente tabla se detalla la descripción del armado de la losa:

Tabla 29. Descripción del armado de losa de soplante de aire.

Fuente: CYPE

Armado base X	Armado base Y
Armado base inferior: Ø10c/25	Armado base inferior: Ø10c/25
Armado base superior: Ø10c/25	Armado base superior: Ø10c/25

1.4.5.3. Comprobaciones geométricas.

Tabla 30. Comprobaciones geométricas de losa de soplante de aire.

Fuente: CYPE

Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones de la placa: <i>Artículo 56.1 de la norma EHE</i>		
- Canto de la placa:	Mínimo: 8 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Luz menor de la placa:	Mínimo: 80 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma EHE. Artículo 37.2.4.</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Recubrimiento máximo compatible con ancho de apoyo existente: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6.3 cm Calculado: 4 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-98. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima de armaduras: <i>Norma EHE-98. Artículo 66.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Armadura por mínimos geométricos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 42.3.5 de la norma EHE</i>	Mínimo: 1.8 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple

<p>Armadura por mínimos mecánicos: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE</i></p>	Mínimo: 3.1 cm ² /m	
- Armadura inferior dirección X:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección X:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
- Armadura inferior dirección Y:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
- Armadura superior dirección Y:	Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
<p>Armadura en dirección X: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	Mínimo: 1.6 cm ² /m Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
<p>Armadura en dirección Y: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	Mínimo: 1.6 cm ² /m Calculado: 3.2 cm ² /m	Cumple
<p>Comprobación de cuantías por flexión con acciones estáticas: <i>Artículo 42 de la norma EHE</i></p>	Calculado: 3.2 cm ² /m	
- Comprobación de la armadura de positivos dirección X:	Mínimo: 0.2 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección X:	Mínimo: 0.3 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de positivos dirección Y:	Mínimo: 0.2 cm ² /m	Cumple
- Comprobación de la armadura de negativos dirección Y:	Mínimo: 0.3 cm ² /m	Cumple
<p>Comprobación del cortante con acciones estáticas: <i>Artículo 44 de la norma EHE</i></p>	Máximo: 9.70555 t/m	
- Cortante en la dirección X:	Calculado: 0.92146 t/m	Cumple
- Cortante en la dirección Y:	Calculado: 0.92146 t/m	Cumple
<p>Anclaje armado base con acciones estáticas: <i>Artículo 66 de la norma EHE</i></p>		
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 10 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior final dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 10 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección X:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección X:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 10 cm	Cumple

- Longitud patilla en armado base inferior final dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 10 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior inicial dirección Y:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
- Longitud patilla en armado base superior final dirección Y:	Mínimo: 13 cm Calculado: 13 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2. Ingeniería de las instalaciones.

2.1. Líneas de distribución: tuberías y válvulas.

2.1.1. Cálculos hidráulicos.

2.1.1.1. Introducción.

En el presente proyecto, como se ha visto reflejado en la memoria, no habrá únicamente una línea de tuberías, sino que habrá una serie de líneas en conjunto que asegurarán un adecuado transporte y funcionamiento de la planta de producción de biogás.

En este apartado del anejo, se explicarán los materiales que conforman cada una de las líneas de tubería del proyecto, así como la explicación de cómo se ha realizado el dimensionado de las mismas.

2.1.1.2. Elección de materiales.

Los materiales de cada una de las tuberías serán en función del fluido que pasa por su interior. Los materiales que conforman cada una de las líneas es el siguiente:

- Línea 1: Polietileno de alta densidad (PE100).
- Línea 2: Polietileno de alta densidad (PE100).
- Línea 3: Polietileno de alta densidad (PE100).
- Línea 4: Acero inoxidable AISI 316 recubiertas de aislante de lana de vidrio de 40 mm de espesor.
- Línea 5: Polietileno de alta densidad (PE100).

2.1.1.3. Dimensionamiento general.

El cálculo que debe de tener las tuberías viene determinado por la siguiente expresión:

$$v = \frac{Q}{\pi + \frac{D^2}{4}}$$

Siendo:

- V: Velocidad del fluido en el interior de la tubería (m/s).
- Q: Caudal volumétrico del fluido (m³/s)
- D: Diámetro. En el caso de las tuberías de PE100 este diámetro hace referencia al diámetro interior de las tuberías, mientras que en las tuberías de acero inoxidable AISI 316 hace referencia al diámetro nominal.

Las dimensiones comerciales de las tuberías de PE100, así como sus características, vienen determinadas por las dimensiones normalizadas de los tubos de polietileno de acuerdo con la norma ISO.

Las dimensiones comerciales de las tuberías de acero inoxidable AISI 316 vienen normalizadas por la Asociación Americana para pruebas y materiales, ATSMS, siendo el sistema de conducción diseñado en base a la normativa ANSI B31.1 del código ASME.

2.1.1.4. Dimensionamiento línea 1.

Para el cálculo del diámetro interior que debe de tener las tuberías de esta línea se usan los siguientes valores:

- V: Velocidad del purín en el interior de la tubería (1 m/s).
- Q: Caudal volumétrico del purín (0,00095 m³/s).

El diámetro interior mínimo que debe de tener la tubería es de 34,80 milímetros, por lo que se ha relacionado una tubería comercial con un diámetro interior inmediatamente superior, la cual posee las siguientes características:

Tabla 31. Características tubería línea 1.
Fuente: Elaboración propia

Características	Valor
Diámetro interior	40.8 mm
Diámetro exterior	50 mm
SDR	11
Espesor de pared	4,6 mm
Presión nominal	16 bar

Una vez que se determina la tubería y sus características, se vuelve a recalcular la velocidad del fluido en el interior de la tubería siendo dicha velocidad de 0.72 m/s.

2.1.1.5. Dimensionamiento línea 2.

Para el cálculo del diámetro interior que deben de tener las tuberías de esta línea se usan los siguientes valores:

- V: Velocidad del sustrato en el interior de la tubería (1 m³/s).
- Q: Caudal volumétrico del sustrato (0,00103 m³/s).

El diámetro interior mínimo que debe de tener la tubería es de 36,36 milímetros, por lo que se escoge la tubería comercial con un diámetro interior inmediatamente superior al dentro mínimo requerido, siendo las características de esta tubería las siguientes:

Tabla 32. Características tubería línea 2.
Fuente: Elaboración propia

Características	Valor
-----------------	-------

Diámetro interior	40.8 mm
Diámetro exterior	50 mm
SDR	11
Espesor de pared	4,6 mm
Presión nominal	16 bar

Una vez que se determina la tubería y sus características, se vuelve a recalcular la velocidad del fluido en el interior de la tubería siendo dicha velocidad de 0.79 m/s.

2.1.1.6. Dimensionamiento línea 3.

Para el cálculo del diámetro interior que deben de tener las tuberías de esta línea se usan los siguientes valores:

- V: Velocidad del sustrato en el interior de la tubería ($1 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Q: Caudal volumétrico del sustrato ($0,00103 \text{ m}^3/\text{s}$).

El diámetro interior mínimo que debe de tener la tubería es de 35,75 milímetros, por lo que se escoge la tubería comercial con un diámetro interior inmediatamente superior al mínimo requerido, siendo las características de esta tubería las siguientes:

Tabla 33. Características tubería línea 3.

Fuente: Elaboración propia

Características	Valor
Diámetro interior	40.8 mm
Diámetro exterior	50 mm
SDR	11
Espesor de pared	4,6 mm
Presión nominal	16 bar

Una vez que se determina la tubería y sus características, se vuelve a recalcular la velocidad del fluido en el interior de la tubería siendo dicha velocidad de 0.76 m/s.

Esta tubería presentará una pendiente del 1% para que el digestato vaya por gravedad hasta su depósito de acumulación (depósito de digestato).

2.1.1.4. Dimensionamiento de la línea de calefacción.

La línea de conducción de agua caliente posee dos tramos, el tramo que va hasta el intercambiador y el tramo que va a la explotación.

Para concretar el diámetro de ambos tramos, es necesario conocer la velocidad a la que va el fluido por el interior de la tubería y el caudal másico que circula por la tubería.

La velocidad del fluido por el interior de la tubería va a ser para ambos tramos la misma. Será de 3 m/s, ya que la velocidad en el interior de las condiciones metálicas se recomienda que sea entre 0.5 m/s y 3 m/s.

En cambio, el caudal másico en el interior de cada tramo va a ser diferente, ya que este va a venir determinado por diferentes parámetros en cada tramo.

- Tramo 4.1.

En este tramo, el caudal másico va a depender de la máxima cantidad de calor necesaria para calentar el sustrato, para que, en el mes más desfavorable (enero), el digestor se mantenga constante a condiciones adecuadas de temperatura.

El cálculo de las necesidades de calor en el mes más desfavorable se hace de la misma manera que el cálculo realizado en el apartado de las necesidades térmicas del digestor. No obstante, hay que tener en cuenta que la temperatura del sustrato es la temperatura media que hay en el mes de enero, 3,42 °C. La temperatura exterior del digestor es la temperatura media de las mínimas del mes de enero. Se toma este valor ya que el caudal másico debe de ser capaz de transportar el calor necesario para mantener las temperaturas del digestor constante a lo largo de todo el día, produciéndose las temperaturas mínimas durante la noche, -0,93 °C. Por lo que la cantidad de calor necesaria será de 169,02 kW.

Sabiendo las necesidades térmicas de calor y teniendo en cuenta que la diferencia de temperatura entrada/salida del agua caliente en los equipos generadores de energía térmica, se recomienda que sea de 20 °C. El caudal viene determinado por la siguiente fórmula:

$$E = QC_p\Delta T$$

Siendo:

- E: Energía necesaria (14.603,88 MJ/d).
- Q: Caudal másico (kg/d).
- C_p : Calor específico del agua (0,004186 MJ/kg°C).
- ΔT : Diferencia de temperatura del agua caliente en los equipos instalados (20°C).

Por lo que el caudal másico será $2,018 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$.

Una vez definidos todos los valores, el diámetro nominal debe de ser mayor a 29,27 milímetros, por lo que se escoge una tubería comercial con un diámetro nominal inmediatamente superior al diámetro nominal mínimo, teniendo la tubería un diámetro nominal de 31,75 mm y un diámetro exterior de 42,16 mm.

Para el cálculo del mínimo espesor que debe de tener nuestra tubería se recurre a la ecuación proporcionada por el código ASME B31.1 que dice lo siguiente:

$$t = \left(\frac{P_D D_0}{2(SE + P_D Y)} + c \right) \left[\frac{1}{1 + \frac{M}{100}} \right]$$

Siendo:

- t: Espesor mínimo de la tubería (m).
- P_D: Presión de diseño (psi).
- D₀: Diámetro exterior de la tubería (m)
- S: Tensión máxima admisible (psi).
- Y: Coeficiente en función del material de la tubería y la temperatura de diseño.
- M: Tolerancia de fabricación (m).
- C: Margen de corrosión (m).
- E: Eficiencia de soldadura.

Para determinar el espesor mínimo se deben calcular los parámetros anteriores:

- Presión de diseño: La presión de diseño debe de ser siempre mayor que la presión de operación (1 atm), su valor será el 10% más que la presión de operación o 30 psi (~ 2 atm), tomándose la presión de 30 psi.
- Tensión máxima admisible: La tensión máxima admisible se determina en función de la tabla de tensiones admisibles, para materiales ANSI a distintas temperaturas, la temperatura de operación es de 194 °F (90 °C), siendo la tensión. Por lo que la tensión máxima admisible de 13300 psi.
- Eficiencia de la soldadura: Las tuberías del proyecto estarán construidas sin costuras por lo que la eficiencia de la soldadura es del 100% (E=1).
- Tolerancia de fabricación: La tolerancia en el espesor de la pared, al tratarse de tuberías sin costuras, es de 12,5%.
- Margen de corrosión: Este parámetro se determina en función del desgaste anual estimado y el tiempo de vida de servicio deseado. Se considera que el desgaste anual es de 0,127 mm y el tiempo de vida de servicio de la instalación de 25 años. Siendo el margen de corrosión de 3,175 mm

Conocidos todos los parámetros, el espesor mínimo que debe de tener la tubería de fabricación es de 0,113", 2.87 mm, por lo que se debe seleccionar un espesor de la tubería comercial inmediatamente superior a este, es decir, una tubería de cedula 40.

Las características de la tubería son las siguientes:

Tabla 34. Características tubería línea 4, tramo 4.1.

Fuente: Elaboración propia

Característica	Valor
Diámetro nominal	1 1/4"
Diámetro interior	35,05 mm
Cédula	40
Diámetro exterior	42,16 mm
Espesor de la pared	3,556 mm

Una vez determinado el diámetro de la tubería se recalcula la velocidad a la que va a ir el fluido, siendo la velocidad real por la tubería de 2,83 m/s.

Los espesores de los aislantes recomendados para las tuberías de diámetros nominales semejantes a las seleccionadas son de 40 mm, por lo que el espesor del aislamiento de lana de vidrio será de 40 mm.

El cálculo másico que se ha calculado anteriormente se trata del cálculo de caudal másico necesario para cubrir las demandas de calor. Sin embargo, a dichas demandas se deben de sumar tanto las pérdidas de calor producidas en la tubería, como la eficiencia que posee el intercambiador de calor:

- Para determinar las pérdidas de calor, se utiliza la expresión reflejada en el Anejo VI "Ingeniería del proceso" en el apartado de necesidades térmicas del digestor. Los datos a utilizar son los siguientes:
 - Temperatura del agua caliente (90 °C).
 - Temperatura media de las mínimas (-0,92 °C).
 - Espesor de aislamiento (0,040 m).
 - Diámetro externo de la tubería (0,0328 m).

Las pérdidas de calor son de 24,17 W/m, al ser la longitud total de la tubería 52,60 metros, las pérdidas son de 1.271,34 W.

- Eficiencia del intercambiador: La eficiencia del intercambiador de placas que se instalará en la planta será de 90%.

La potencia térmica necesaria para cubrir las demandas de calor que precisa el digestor anaerobio es de 189,07 kW. Con esta potencia se recalcula el caudal másico, siendo este de 2,26 kg/s. Por ello, el diámetro nominal mínimo real es de 30,96 mm, siendo la tubería elegida correcta.

- Tramo 4.2.

Se trata del tramo que va desde la caldera de recuperación del motor de cogeneración hasta la válvula de tres vías y desde la válvula de tres vías hasta la explotación.

En este tramo el caudal máximo se determina en función de la máxima cantidad de potencia térmica que se puede aportar a la explotación, siendo esta la máxima potencia térmica que genera el motor de cogeneración, 225 kW.

Dicho caudal se determina de la misma forma que se ha determinado el caudal del tramo 4.1, siendo el diámetro nominal mínimo que debe de tener la tubería de 33.77 milímetros. Por ello, se ha seleccionado una tubería comercial con un diámetro nominal inmediatamente superior.

El espesor mínimo requerido va a ser el mismo que en el caso de la tubería de la línea de calefacción, 2.87 mm. Por ello, la tubería elegida posee las siguientes características:

Tabla 35. Características tubería línea 4, tramo 4.2.
Fuente: Elaboración propia

Características	Valor
Diámetro nominal	1 1/2"
Diámetro interior	41,15 mm
Cédula	40
Diámetro exterior	48,26 mm
Espesor de la pared	3,556 mm

2.1.1.5. Dimensionado de la línea de biogás.

El diámetro de la tubería se calcula en función de la velocidad máxima de conducción y al volumen de gas que se debe transportar, por lo que se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se ha supuesto que en toda la línea la temperatura a la que se encuentra el biogás es de 35°C, ya que es la máxima temperatura a la que se va a encontrar el biogás en la línea. Esto se debe a que el caudal volumétrico de un gas varía en función de la temperatura aumentando a medida que la temperatura aumenta.
- La velocidad de flujo que se recomienda que tengan los gases a baja presión en las tuberías es entre 10 m/s y 20 m/s. Por ello, se ha optado por escoger una velocidad media de 15 m/s. La serie de tuberías de PE100 que se ha escogido ha sido la serie SDR 11, ya que según la Asociación Española de Gas se trata de la serie más empleada.

La línea de biogás va a dividirse en diferentes tramos en función del caudal de biogás que circula a lo largo de ella.

- Tramo 5.1.
El diámetro de la tubería de este tramo se ha calculado en función del máximo caudal de biogás que va a pasar por la línea. El caudal máximo de biogás se va

a dar cuando se requiera producir a máxima potencia eléctrica en el motor de cogeneración, siendo la cantidad de biogás necesaria de 88,5 m³/h.

Por ello, el diámetro mínimo interior que debe de tener la tubería es de 45,68 mm, seleccionando una tubería con un diámetro interior superior a este. Las características de la tubería son las siguientes:

Tabla 36. Características tubería línea 5, tramo 5.1.
Fuente: Elaboración propia

Características	Valor
Diámetro interior	51,4 mm
Diámetro exterior	63 mm
SDR	11
Espesor de la pared	5,58 mm
Presión nominal	16 bar

- Tramo 5.2.

El diámetro de la tubería de este tramo se ha calculado en función del caudal de biogás que tiene que pasar por la misma para poder cubrir las máximas necesidades térmicas del digestor en el mes más desfavorable, siendo dicho caudal de 37,76 m³/h.

La tubería deberá de tener un diámetro interior mínimo de 29,84 mm, escogiéndose la tubería con un diámetro nominal inmediatamente superior.

Las características de la tubería elegida son las siguientes:

Tabla 37. Características tubería línea 5, tramo 5.2.
Fuente: Elaboración propia

Características	Valor
Diámetro interior	32,6 mm
Diámetro exterior	40 mm
SDR	11
Espesor de la pared	37 mm
Presión nominal	16 bar

2.1.2. Válvulas y elementos de seguridad de las líneas.

2.1.2.1. Colocación de valvulería.

Las diferentes líneas de tuberías que hay en el proyecto van a ir dotadas de válvulas y elementos de seguridad los cuales aseguran un adecuado control y funcionamiento de la planta, así como protegen a los equipos conectados a las diferentes líneas, estos elementos y válvulas son los siguientes:

- Línea 1.

En esta línea se instalarán las siguientes válvulas:

- Válvula antirretorno (1): Instalada para que el fluido únicamente circule por un sentido único. La función de esta válvula es la de proteger a la bomba ubicada en el depósito de purín.
- Válvula de control (1): Abre u obstruye y regula la conducción de purín a lo largo de la tubería.

- Línea 2.

En esta línea se instalarán las siguientes válvulas:

- Válvula antirretorno (2): Se instalarán dos válvulas de retención. El motivo de la instalación de dos válvulas de retención es proteger tanto a la bomba colocada en el tanque de mezclado como al intercambiador.
- Válvula de control (1): Abre y obstruye y regula el flujo de sustrato que llega al digestor. Se instalará antes del intercambiador.
- Válvula reguladora de presión (1): Esta válvula se instalará justo antes del intercambiador para asegurar que el sustrato entra a una presión admisible por el intercambiador.

- Línea 3.

En la línea 3 únicamente se instalarán una válvula de control. Esta instalación se realizará para asegurar que en todo momento se evacua la cantidad de digestato que se desea. Además, como las demás válvulas de control instaladas en el proyecto, abre y obstruye la conducción de digestato por si en algún momento se requiere de la realización de esta función.

- Línea 4.

En esta línea las válvulas instaladas son las siguientes:

- Válvula antirretorno (1): Se instalarán tres válvulas de retención debido a que en esta línea hay que proteger al intercambiador de calor.
- Válvula reguladora de presión (1): El motivo de la instalación de esta válvula es el mismo motivo por el cual se ha instalará en la línea 2, para asegurar que el agua caliente entra con una presión admisible para el intercambiador.

- Válvulas de control de tres vías (3): La instalación de este tipo de válvulas es para cortar/abrir el caudal de agua caliente de las dos tuberías que se conectan para que dicho caudal salga por una única tubería de salida o viceversa. La localización de estas válvulas será la siguiente:
 - Se instalará una válvula en la tubería de salida del agua caliente de la caldera recuperadora de manera que según las exigencias se abran las dos tuberías conectadas o únicamente una.
 - Otra válvula se instalará entre la tubería que sale de la anterior válvula y la tubería de agua caliente de la caldera para según las condiciones abrir una u otra o ambas.
 - Por último, se instalará una válvula de control de tres vías en la tubería proveniente del intercambiador, de manera que según las condiciones de operaciones se abran las dos tuberías conectadas o únicamente una.
- Línea 5.

En la línea 5 se instarán las siguientes válvulas:

 - Válvula de control (1): Se colocará una válvula de control con la finalidad de tener un control exhaustivo del biogás y poder detener el flujo en caso de averías de los diferentes equipos que conforman la línea.
 - Válvula reguladora de presión (1): Esta válvula se colocará antes de la válvula de tres vías, con la finalidad de reducir la presión a la que se está el biogás en la tubería para que la presión de conexión del biogás a la entrada de los equipos sea la adecuada.
 - Válvula de control de tres vías (2): Se instalarán dos válvulas de tres vías. La primera se colocará de modo que una de las salidas deriva a la antorcha de seguridad y la otra al resto de la línea. La segunda se coloca para que el biogás que circula por la tubería, dependiendo de los condicionantes externos, se destine a la unidad de cogeneración, caldera de combustión o a ambos equipos.
 - Potes de condensados (3): En la línea 5, se instalará un pote de condensados entre los equipos/instalaciones por donde pasa el biogás. La función de estos pots de condensados es evitar que el agua que contiene el biogás se condense en la tubería y se puedan formar corrosiones en las mismas.

2.1.2.2. Actuador eléctrico.

Para la automatización de las válvulas de control de tres vías y las válvulas de control de 2 vías se seleccionará un actuador eléctrico rotativo modelo 5803 GE-2 type L Multivoltaje de la marca GENE BRE, o similar, el cual posee las características principales siguientes:

Tabla 38. Características principales de actuador eléctrico.
Fuente: Elaboración propia

Característica	Unidad	Valor
Tensión de alimentación	V (DC)	24
Señal	mA	4 a 20
Tiempo bajo tensión	%	75
Temperatura de trabajo	°C	-20 a +70
Resistencia calefactora	W	3,5

2.2. Columna de absorción.

2.2.1. Introducción.

Para el cálculo de las dimensiones que tiene que tener la columna de absorción de H₂S debemos de determinar los siguientes cálculos:

- Cantidad de H₂S a eliminar.
- Consumo de oxido férrico para eliminar el H₂S.
- Tiempo de operación del filtro.

2.2.2. Cantidad de H₂S a eliminar.

La concentración de H₂S en el biogás varía entre 1000 ppm y 6000 ppm. Para el dimensionamiento de a columna de absorción de H₂S, se ha supuesto la peor condición posible, ya que si al motor de cogeneración llegan altas cantidades de H₂S puede corroerlo.

Antes de determinar la cantidad de H₂S que hay que eliminar, se debe de calcular el caudal de biogás que hay en las condiciones que se va a operar, 35 °C, siendo el caudal medio que va a llegar el filtro de desulfuración de 64,99 m³/h. A parte del caudal, también se deben de conocer los siguientes datos:

Tabla 39. Datos relevantes para estimación de H₂S a eliminar.
Fuente: Elaboración propia

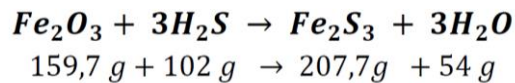
Datos	Unidad	Valor
Caudal de biogás	m ³ /h	64,99
Densidad del H ₂ S a 35 °C	g/l	1,06

Concentración de H ₂ S a eliminar	ppm	600
--	-----	-----

Sabiendo que 600 ppm equivale a un volumen de 600 ml H₂S/ m³ de biogás, la cantidad de ácido sulfhídrico a eliminar es de 987 g/día.

2.2.3. Cantidad de óxido férrico necesaria.

Para determinar la cantidad de óxido férrico necesario para eliminar el ácido sulfhídrico presente en el biogás hay que tener en cuenta la relación que hay entre ambos. La reacción que define esta relación es la siguiente:



Siguiendo esta reacción, la cantidad de óxido férrico necesaria para eliminar el H₂S que contiene el biogás, es de 2,32 kg/día. A esta cantidad se le aplicará un factor de seguridad de 1,5. De esta manera, la cantidad final de óxido férrico necesaria será de 3,48 kg/día.

2.2.4. Volumen y dimensiones del filtro.

El filtro se dimensionará para un tiempo de operación de 120 días, es decir, cada 4 meses aproximadamente se debe recambiar el material absorbente. Por lo tanto, el filtro deberá de contener un total de 417,25 kg de óxido férrico.

Para el aporte de óxido férrico vamos a usar óxido férrico en forma de pellet, siendo sus características las siguientes:

Tabla 40. Características específicas de pellet de óxido férrico.
Fuente: Puxin.

Características	Valor
Apariencia	Marrón barra cilíndrica
Contenido óxido férrico	25%-33%
Porosidad	50%-60%
Densidad	0,85 kg/l

Para el cálculo del volumen del filtro de H₂S, se tomará un valor promedio del contenido de óxido férrico, es decir, el 29%, por lo que el volumen mínimo que debe de tener el filtro es de 3.45 m³.

Se ha determinado una velocidad en el lecho de 0,2 cm/s para un adecuado tiempo de contacto entre el biogás y el granulado y para que se elimine por completo el H₂S.

Para el cálculo de las dimensiones del cilindro se usa la expresión del volumen de un contenedor cilíndrico:

$$V_{Fe_2O_3} = S \cdot L = \pi \frac{D^2}{4} \cdot L$$

Siendo:

- V: Volumen del lecho solido (3,45 m³).
- L: Longitud del lecho (m).
- S: Sección transversal del lecho (m²).
- D: Diámetro del lecho (m).

La sección de transversal del lecho se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{Q}{v}$$

Siendo:

- S: sección transversal del lecho (m²)
- Q caudal volumétrico del biogás (0,02 m³/s).
- V: Velocidad del biogás en el lecho (0,2 cm/s).

Por lo que la sección transversal que tiene que tener el lecho es de 0,36 m², siendo el diámetro del cilindro de 1,07 metros y la longitud de 3,82 metros.

A estas dimensiones se les debe de dejar un espacio adicional para el soporte (será de 150 mm), tanto por encima como por debajo para la conexión y desconexión de las tuberías de biogás, siendo este espacio adicional de 300 mm. El tamaño final de la columna de desulfuración es de:

- Diámetro: 1,07 m.
- Altura: 4,42 m.
- Volumen total: 3,98 m³.

2.2.5. Materiales de la columna de absorción.

Los materiales del filtro de absorción varían dependiendo de la función que realice cada parte:

- Columna de absorción.
La columna de absorción va a estar compuesta de fibra de vidrio.
- Soportes.
Los soportes para sujetar la columna de absorción serán de acero inoxidable AISI 316, estos soportes irán enclavados al selo de manera que se asegure una estabilidad del filtro de absorción.

2.3. Deshumidificador.

El deshumidificador seleccionado debe de tener como mínimo un flujo igual al caudal máximo de biogás que circulará por el tramo de tubería que va desde al gasómetro hasta los equipos de producción de energía, unidad de cogeneración y caldera de combustión. El flujo de caudal máximo que va a ir por esa tubería de 88,5 m³/h en condiciones de operación, siendo este caudal el máximo que podrá entrar en la unidad de cogeneración.

Por lo que se debe de seleccionar un deshumidificador tipo al deshumidificador modelo ED 220 de la marca ENERDRYER, o similar, siendo sus características las siguientes:

Tabla 41. Características principales de deshumidificador.
Fuente: ENERDRYER

Característica	Valor
Caudal máximo (35 °C)	236 m ³ /h
Caudal máximo (C.N)	220 m ³ /h
Temperatura salida de gas en verano	26,2 °C
Humedad del gas a la salida	26,7 %
Condensación total separada	7,9 kg/h
Potencia del compresor	4 kW

2.4. Equipos de bombeo.

2.4.1. Introducción.

Las bombas de impulsión colocadas en el presente proyecto se tratan de 2 bombas sumergibles, las cuales se colocarán en el interior del depósito de purín y en el interior del tanque de mezclado.

2.4.2. Cálculos necesarios.

Para el cálculo de los equipos de impulsión de deben de seguir una serie de pasos:

- Cálculo del caudal de impulsión.
El caudal que debe de suministrar las bombas viene determinado por la siguiente expresión:

$$Q_B = \frac{Q}{nxh}$$

Siendo:

- n: Numero de bombas que se van a utilizar (n).
 - Q: Caudal diario a transportar (m³/día).
 - h: Número de horas en funcionamiento (h).
- Cálculo de las pérdidas de carga en línea.
Hay dos tipos de pérdidas de carga:
 - Pérdidas de carga originadas en los tramos rectos: estas pérdidas de carga se tratan de las pérdidas de carga que se originan en los tramos rectos de las tuberías.

Para el cálculo de estas se utiliza la ecuación de Fanning. Esta ecuación enuncia que las pérdidas de carga por conducción del flujo turbulento, por una tubería sin cambio fortuitos en la sección transversal son igual a:

$$h_f = 2f \frac{L}{D} \frac{v^2}{g}$$

Siendo:

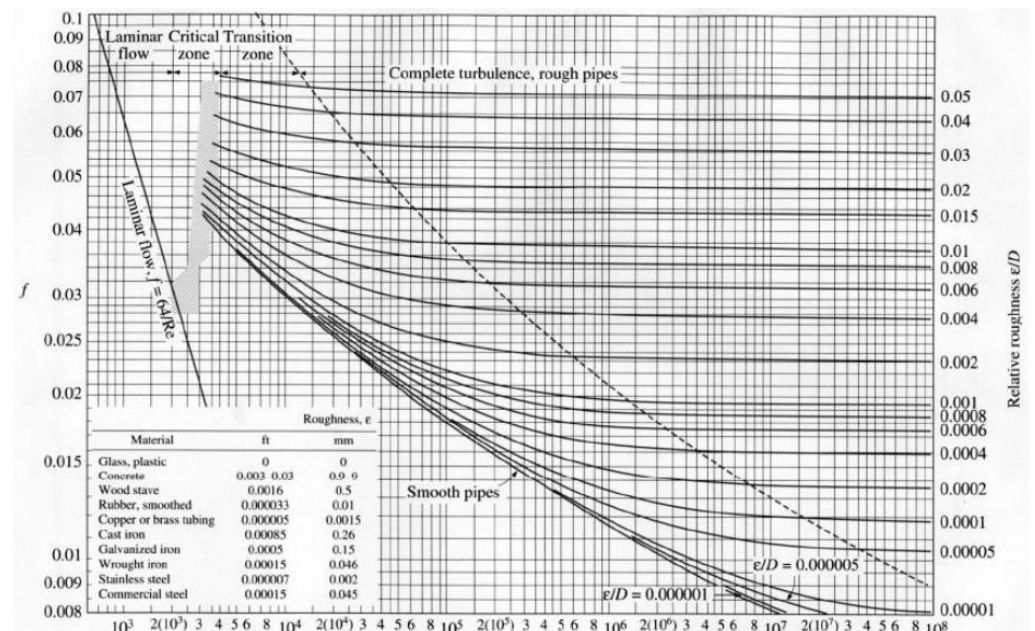
- h_f : Pérdida de carga por conducción (m).
- f : Factor de fricción.
- L : Longitud de la conducción (m).
- v : velocidad del fluido (m/s).
- D : diámetro interno de la conducción (m).
- g : aceleración de la gravedad (m/s).

El factor de fricción se puede calcular con la gráfica de Moody. Hay que tener en cuenta que el factor de fricción que se muestra en esta grafica se trata del factor de fricción de la ecuación de Darcy-Weisbach siendo esta:

$$h_f = f_D \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Por lo que el factor de fricción de será el siguiente:

$$f_D = 4f$$



Gráfica Nº 1. Grafica de Moody.

Como se puede observar en la anterior gráfica, para el cálculo del factor de fricción debemos de conocer el número de Reynolds, obteniéndose este a partir de la siguiente fórmula:

$$R_e = \frac{D\rho v}{\mu}$$

Siendo:

- Re: Numero de Reynols.
 - D: Diámetro de la tubería (metros).
 - ρ : densidad del fluido (kg/m^3)
 - v: velocidad del fluido (m/s).
 - μ : viscosidad del fluido, se ha considerado la del agua (kg/ms)
- Pérdidas de carga de los accesorios: para su cálculo se hace uso de las longitudes equivalentes. Estas longitudes se tratan de la longitud de tubería recta, la cual origina las mismas pérdidas de carga que el elemento accesorio.
- Cálculo de la altura manométrica.
Para el cálculo de la altura manométrica se aplica la ecuación de un fluido incomprensible entre los puntos de descarga y succión de Bernoulli, que es la siguiente:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 + H_b = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + h_f$$

Siendo:

- P_1 : Presión del fluido en el punto de succión de la bomba (Pa).
 - P_2 : Presión del fluido en el punto de descarga (Pa).
 - ρ : densidad del purín (kg/m^3).
 - V_1 : velocidad en el punto de aspiración (m/s)
 - V_2 : velocidad en el punto de descarga (m/s)
 - Z_1 : Altura de succión de la bomba (m).
 - Z_2 : Altura de impulsión de la bomba (m).
 - H_b : Altura manométrica (m)
 - h_f : Perdidas de carga en la línea. (m).
- Cálculo de la potencia hidráulica.
La potencia que debe de tener la bomba viene determinada por la siguiente expresión:

$$P = w_m g H_b$$

Siendo:

- P: Potencia necesaria (W).
- W_m : Caudal másico impulsado por la bomba (0,96 Kg/s).
- H_b : Altura manométrica (2,44 m).

- Cálculo de la potencia que consume el motor de la bomba.
Es imprescindible para poder seleccionar el equipo adecuado, se ha considerado que la eficiencia de las bombas seleccionadas es del 75%.

2.4.3. Cálculo de la potencia de la bomba del depósito de purín.

Esta bomba se trata de la bomba que transporta el purín desde el depósito de purines hasta el tanque de mezclado. Los parámetros necesarios para calcular la potencia de la bomba son los siguientes:

- Caudal de impulsión.
El caudal de impulsión viene determinado por los siguientes valores:
 - n: Número de bombas que se van a utilizar. (n= 1)
 - Q: Caudal diario a transportar (82,19 m³/d).
 - h: Número de horas en funcionamiento (24 h).
 Por lo que el caudal de impulsión es de 3,42 m³/h.
- Pérdidas de carga.
 - Pérdidas de carga en tramos rectos: Estas pérdidas de carga viene determinadas por los siguientes valores:
 - f: Factor de fricción (0,0056)
 - L: Longitud de la conducción (24,95 m).
 - v: velocidad del fluido (0,72 m/s).
 - D: diámetro interno de la conducción (0,0408m).
 - g: aceleración de la gravedad (9,8 m/s).
 Siendo las pérdidas de carga en el tramo recto de 0,39 m.
 - Pérdidas de carga en accesorios: la longitud equivalente de los accesorios que dispone la línea viene recogida en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 42. Longitud equivalente accesorios de la línea 1.
Fuente: Elaboración propia.

Accesorio	Diámetro interior (mm)	L/D	L _{eq} (m)
Válvula de retención (1)	40,8	135	5,508
Válvula de control (1)	40,8	350	14,28
Codos de 90 ° (2)	40,8	30	1,47

Siendo la longitud total equivalente de 21,01 metros. Por lo que aplicando la ecuación de Fanning las pérdidas de carga por los elementos accesorios son de 0,32 m.

Por lo que las pérdidas de carga totales que hay en la línea son de 0,71 m.

- Altura manométrica.

Los valores necesarios para el cálculo de la altura manométrica son los siguientes:

- P_1 : Presión del fluido en el punto de succión de la bomba (924.643Pa)
- P_2 : Presión del fluido en el punto de descarga (906.405,86Pa)
- ρ : densidad del purín (1.010 kg/m³).
- V_1 : velocidad en el punto de aspiración (0 m/s)
- V_2 : velocidad en el punto de descarga (0,72 m/s)
- Z_1 : Altura de succión de la bomba (0 m).
- Z_2 : Altura de impulsión de la bomba (5,28 m).
- h_f : Perdidas de carga en la línea. (0,71 m).

Por lo que la altura manométrica es de 4,17 m.

- Potencia hidráulica necesaria.

Los valores para determinar la potencia hidráulica necesaria de la línea son los siguientes:

- W_m : Caudal másico impulsado por la bomba (0,96 Kg/s).
- H_b : Altura manométrica (4,17 m).

Por lo que la potencia hidráulica necesaria es de 39,82 W.

- Potencia eléctrica necesaria.

La potencia eléctrica que consume la bomba es de 56,17 W

2.4.4. Cálculo de la potencia de la bomba del tanque de mezclado.

Esta bomba se trata de la bomba que transporta la mezcla de sustrato realizada en el tanque de mezclado hasta el digester anaerobio. Los parámetros necesarios para calcular la potencia eléctrica que necesita esta bomba son los siguientes:

- Caudal de impulsión.

El caudal de impulsión viene determinado por los siguientes valores:

- n : Número de bombas que se van a utilizar. ($n= 1$)
- Q : Caudal diario a transportar (89,75 m³/día).
- h : Número de horas en funcionamiento (24 h).

Por lo que el caudal de impulsión es de 3,73 m³/h.

- Pérdidas de carga.

- Pérdidas de carga en tramos rectos: estas pérdidas de carga vienen determinadas por los siguientes valores:

- f : Factor de fricción (0,0057).
- L : Longitud de la conducción (18,66 m).
- v : velocidad del fluido (0,79 m/s).
- D : diámetro interno de la conducción (0,0408m).
- g : aceleración de la gravedad (9,8 m/s).

Siendo las pérdidas de carga en el tramo recto de 0,34 metros.

- Pérdidas de carga en accesorios: la longitud equivalente de los accesorios que dispone la línea viene recogida en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 43. Longitud equivalente accesorios línea 2.

Fuente: Elaboración propia.

Accesorio	Diámetro interior (mm)	L_{eq}/D	$L_{eq}(m)$
Válvula de retención (1)	40,8	135	5,508 m
Válvula de globo (control) (1)	40,8	350	14,28 m
Codos de 90 ° (4)	40,8	30	2,94 m

Siendo la longitud total equivalente de 22,73 metros. Por lo que, aplicando la ecuación de Fanning, las pérdidas de carga por los elementos accesorios son de 0,4090 m.

- Pérdidas de carga en el intercambiador: las pérdidas de carga en el intercambiador vienen determinadas por el fabricante indicando que son 0,12 bar, lo que se traduce a 12.000 Pa. Para el cálculo de la pérdida de carga en metros se utiliza la siguiente expresión:

$$\Delta P = h_f \rho g$$

Siendo:

- ΔP : Pérdidas de carga en unidades de presión (Pa)
- h_f : Pérdidas de carga (m)
- ρ : Densidad del sustrato (937,55 kg/m³)
- g : Aceleración (9,8 m/s²)

Las pérdidas de carga producidas por intercambiador son de 1,30 m

- Altura manométrica.

Los valores necesarios para el cálculo de la altura manométrica son los siguientes:

- P_1 : Presión del fluido en el punto de succión de la bomba (906.405.8 Pa)
- P_2 : Presión del fluido en el punto de descarga (942.914,02 Pa)
- ρ : densidad de la mezcla (937,55 kg/m³).
- V_1 : velocidad en el punto de aspiración (0 m/s)
- V_2 : velocidad en el punto de descarga (0,79 m/s)
- Z_1 : Altura de succión de la bomba (0,50 m).
- Z_2 : Altura de impulsión de la bomba (5,75 m).
- h_f : Pérdidas de carga en la línea. (2,05 m).

Por lo que la altura manométrica es de 11,32 m.

- Potencia hidráulica necesaria.

Los valores para determinar la potencia hidráulica necesaria de la línea son los siguientes:

- W_m : Caudal másico impulsado por la bomba (0,97 Kg/s).
- H_b : Altura manométrica (11,27 m).

Por lo que la potencia hidráulica necesaria es de 108,31 W.

- Potencia eléctrica necesaria.
La potencia eléctrica que consume la bomba es de 154,29 W.

2.5. Intercambiador.

2.5.1. Introducción.

El intercambiador de calor se ha dimensionado de tal forma, para que ante las peores condiciones climáticas que se den en la zona, este pueda aportar el calor necesario para que haya un correcto funcionamiento en el interior del digestor.

Por lo que, para el dimensionamiento del intercambiador se ha tenido en cuenta el calor que se necesita en el mes de enero. Este calor ha sido calculado en el apartado del cálculo hidráulico de las tuberías del intercambiador, 169,02 kW.

2.5.2. Cálculos para la selección del intercambiador.

Para la elección de un intercambiador de calor debemos de hallar el área de intercambio mínima que necesita tener el intercambiador para transferir el calor necesario en las condiciones más desfavorables. Para ello, se ha procedido a realizar los siguientes cálculos:

- Cálculo de la temperatura del fluido caliente cuando sale del intercambiador.
El cálculo de las temperaturas a la que sale el fluido caliente una vez que pasa por el intercambiador, para ello se va a seguir la siguiente fórmula:

$$Q = m_c \times c_{p,c} \times (T_{c,ent} - T_{c,sal})$$

Siendo:

- Q: calor trasferido por el intercambiador (169.002,64 W)
- m_c : caudal másico del agua (2,25 kg/s)
- $T_{c,ent}$: Temperatura del fluido caliente de entrada (90 °C)
- $T_{c,sa}$: Temperatura del fluido caliente de salida (70 °C)
- $C_{p,c}$: Calor específico del fluido (4,186 J/kg°C).

Siendo la temperatura a la que sale el fluido del intercambiador de 70 °C.

- Cálculo del incremento de la temperatura logarítmica.
El incremento de la temperatura logarítmica se usa para determinar la fuerza que impulsa la transferencia de calor en intercambiadores de calor. Este valor es necesario para determinar la superficie que se necesita para transferir el calor requerido para que se caliente el sustrato y se mantenga a la temperatura del digestor. La fórmula de la temperatura logarítmica es la siguiente:

$$\Delta P_{ml} = \frac{(T_{c,sal} - T_{F,ent}) - (T_{c,ent} - T_{F,sal})}{\ln\left(\frac{(T_{c,sal} - T_{F,ent})}{(T_{c,ent} - T_{F,sal})}\right)}$$

Siendo:

- $T_{c,sal}$: Temperatura de salida del fluido caliente (70 °C).
- $T_{c,ent}$: Temperatura de entrada del fluido caliente (90 °C).
- $T_{f,ent}$: Temperatura de entrada del fluido frío (3,42 °C).
- $T_{f,sal}$: Temperatura de salida del fluido frío (35 °C).

Por lo que el incremento de la temperatura logarítmica es de 60,60 °C.

- Transmitancia térmica.

El coeficiente de transferencia de calor de un intercambiador es de entre 800 – 1500 W/m²°C, por lo que se tomará el valor medio, 1.150 W/m²°C. Estos valores se han tomado del libro de Flujo de Fluidos y transmisión de calor de O. Levenspiel.

- Cálculo del área del intercambiador.

Una vez que se tienen todos los datos necesarios, se dispone a calcular el área necesaria para que se pueda transferir el calor necesario de un fluido a otro. El área viene determinada por la siguiente ecuación:

$$Q = U_i + A_i + \Delta T_{ml}$$

Siendo:

- Q: Calor transferido por intercambiador (169.026,45 W).
- U_i : Transmitancia térmica del intercambiador (1.150 W/m²°C,).
- A_i : Área del intercambiador (m²).
- ΔT_m : Incremento de la temperatura logarítmica (61,59 °C).

Por lo que el intercambiador debe de tener un área mínima de 2.38 m² para poder mantener la temperatura del digestor de manera constante a 35 °C, en las peores condiciones posibles.

2.5.3. Elección del intercambiador comercial.

Como se ha expuesto anteriormente, la elección del intercambiador de calor se basa en el área que debe tener el mismo para que el digestor se encuentre en todo momento en las condiciones óptimas de producción de biogás.

Por lo que, el intercambiador que se debe seleccionar debe ser tipo al intercambiador de calor de placas modelo S7A-ST16-36-TKTL-LIQUID de la marca JNC, o similar, siendo sus características técnicas más importantes, las que aparecen a continuación:

Tabla 44. Características técnicas del intercambiador comercial.

Fuente: JNC.

Características técnicas	Unidad	Valor
Caudal máximo en el lado de los equipos térmicos	m ³ /h	34,11
Caudal máximo en el lado del sustrato	m ³ /h	15,31
Perdida de carga en el lado de los equipos térmicos	bar	0,6
Perdida de carga en el lado del sustrato	bar	0,12
Área de intercambio	m ²	2,5
Longitud total de intercambiador	m	0,437
Altura	m	0,46
Conexiones tanto de entrada como de salida de ambos fluidos	mm	50,8
Temperatura de diseño	°C	130
Presión máxima de servicio	bar	10

2.6. Sistema de agitación.

2.6.1. Agitación en el digestor anaerobio.

Para la selección de los agitadores que van a ir instalados en el digestor es necesario conocer las condiciones óptimas de agitación. La potencia de agitación necesaria se calcula en función del volumen de sustrato que hay en el digestor. La relación entre la potencia total de agitación recomendada es entre 4,75 m³/h y 7,88 W/m³, tomándose el valor medio, 6,31 W/m³, por lo que la potencia que debe de tener el agitador es de 10,38 kW.

Se han seleccionado 4 agitadores iguales, los cuales van a estar repartidos de manera simétrica en el digestor. Los agitadores deben de ser tipo el agitador sumergible de la marca KSB modelo Amamix 300 C2936 / 2 6 UDG / YDG, el cual posee las siguientes características:

Tabla 45. Características técnicas de agitadores del digestor.
Fuente: Amanix.

Características	Unidad	Valor
Potencia	kW	3,2
Numero de alavés	-	3
Velocidad de giro	Rpm	900
Peso	Kg	54,5
Voltaje	V	230/400
Frecuencia	Hz	50

Diámetro hélice	Mm	294
-----------------	----	-----

Este agitador se trata de un agitador horizontal con motor sumergible con propulsor ECB autolimpiante, monobloque que cuenta con protección contra explosiones según ATEX IISG T4.

La entrada de cable de estos motores es totalmente hermética. Además, si se dañara la manguera del cable y el aislamiento del conductor, no podría llegar la humedad al interior del motor a través del cable por capilaridad.

2.6.2. Agitación en tanque de mezclado.

El agitador que se coloca en el tanque de mezclado debe de realizar un adecuado mezclado de la paja triturada y el purín.

Por este motivo, el agitador a instalar en el tanque debe de realizar una correcta homogenización de 98,75 m³/día. Por ello, se debe escoger un agitador tipo al agitador horizontal modelo HTR-09 17 L 05 de la marca TIMSA, el cual posee las siguientes características:

Tabla 46. Características técnicas de agitadores del tanque de mezclado.
Fuente: TIMSA.

Características	Unidades	Valor
Potencia	kW	3
Numero de alavés	-	3
Velocidad de giro	Rpm	290
Peso	Kg	80
Voltaje	V	230/400
Frecuencia	Hz	50
Diámetro de la hélice	Mm	500
Caudal	m ³ /h	1348

2.6.3. Disposición de los agitadores.

- Agitación del digestor anaerobio.

Los agitadores del digestor anaerobio se sujetan con un soporte de acero inoxidable AISI 316, el cual esta correctamente atornillado a la viga de celosía existente en el interior del digestor.

Los agitadores se dispondrán a una distancia del comienzo y del final de cada viga de celosía de 2.97 m y una altura del suelo de 2 m.

- Agitación del tanque de mezclado.
El agitador del tanque de mezclado ira enclavado a la pared del digestor, siendo su distancia al suelo de 1 m.

2.7. Módulo de cogeneración.

2.7.1. Módulo de alojamiento de unidad de cogeneración.

El fabricante de la unidad de cogeneración ofrece una solución para la instalación de dicho equipo sin tener que construir una nave específica para su alojamiento. Esta solución se trata de un módulo de alojamiento, el cual incluye un espacio adicional donde se instalará la caldera de combustión necesaria para el presente proyecto.

Esta solución se trata de una instalación llave en mano donde el módulo se entrega completamente instalado, listo para empezar a producir energía. Únicamente se debe instalar la caldera de combustión en el espacio adicional que contiene el módulo. Los equipos más importantes que presenta el módulo son los siguientes:

- Cuadros de control eléctrico y protección.
Las funciones que desempeñan los cuadros de control y protección contra sobretensiones del motor de cogeneración son las siguientes:
 - Correcta protección tanto del motor como del generador, de manera que el grupo se pararía en caso de que hubiera una anomalía.
 - Sincronización automática de la unidad de cogeneración con la red eléctrica.
 - Control desde el control lógico programable de la potencia generada por la unidad de cogeneración.
 - En el caso de una posible anomalía de la red, se realizará una desconexión automática de la misma, o de la unidad de cogeneración.

Así mismo, en el cuadro de control eléctrico se instalará un contador de generación neta para conocer en todo momento la energía generada por el generador de la unidad de cogeneración.

- Cuadro eléctrico de baja tensión.
El cuadro eléctrico de todos los equipos eléctricos instalados en módulo de cogeneración se dispondrá en el propio módulo de cogeneración. En este cuadro eléctrico irán los equipos que garanticen el correcto funcionamiento de la unidad de cogeneración, caldera de recuperación y caldera de combustión instalada en la caldera.
- Sistemas de seguridad.
La función del sistema de seguridad se trata de la detección de la unidad de cogeneración en el caso de que se produjese una anomalía en el funcionamiento, actuando sobre los elementos de parada
Se parará la unidad de cogeneración cuando:
 - Nivel mínimo de aceite.
 - Presión por debajo de lo normal del aceite.
 - Temperatura del aceite demasiado baja.
 - Temperatura del agua demasiado alta.
 - Temperatura del aire de admisión demasiado alta.
 - Presión del biogás inadecuada.

- Excesiva velocidad del generador.
- Caldera de recuperación.

Además del motor-generator, la unidad de cogeneración está formada por la caldera de recuperación, de manera que el calor proveniente del motor-generator es utilizada para calentar agua, la cual se utilizará con fluido caloportador.
- Chimenea.

El módulo de cogeneración, derivándose del uso del motor de biogás, posee una chimenea debido a que producen emisiones a la atmosfera. Estas emisiones están compuestas principalmente por NO_x y CO, siendo sus valores los indicados en el apartado de especificaciones técnicas de la unidad de cogeneración.

La chimenea instalada se trata de una chimenea de acero al carbono con las siguientes características:

 - Altura: 6 m.
 - Diámetro: 1,35 m.
 - Temperatura de salida de gases: 170 °C.
 - Velocidad de salida de gases: 10,6 m/s.
- Silenciador.

Para evitar la emisión de ruidos de motor de generación, la instalación cuenta con un silenciador a la salida de los gases de escape, ya que estos transmiten el ruido producido durante el funcionamiento del motor. El silenciador instalado se trata de un silenciador de núcleo interior, el cual posee en su interior lana de roca basáltica y en su exterior está recubierto de una chapa de acero galvanizada.
- Elementos antivibratorios.

En el módulo de cogeneración hay instalados elementos antivibratorios para evitar que las vibraciones producidas por el motor y generador lleguen al suelo.
- Disipadores de emergencia.

Los disipadores de emergencia tienen la función de disipar la parte de la energía térmica que no ha podido ser recuperada por los equipos encargados de la recuperación de calor.
- Rampa de biogás.

La rampa de biogás se trata del equipo encargado de abastecer de manera adecuada al motor del biogás proveniente del digester anaerobio.

2.7.2. Unidad de cogeneración.

El equipo de cogeneración a instalar se tratará de la unidad de cogeneración INDOP 220 MB, o similar. Sus especificaciones técnicas se muestran a continuación. Se debe de tener en cuenta que la eficiencia va a ser la eficiencia LHV, debido a que para el

cálculo de la energía que es capaz de generar el biogás producido se ha tomado el poder calorífico inferior (PCI)

Tabla 47. Características técnicas de unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

INDOP 220MB				
Característica	Unidad	Valor		
Rendimiento	Carga	100%	75%	50%
Potencia mecánica	kW	220	165	110
Potencia eléctrica	kW	210	157	105
Potencia térmica	kW	225	193	144
Entrada de energía	kW	531	411	287
Eficiencia LHV				
Eficiencia eléctrica	%	39,5	38,2	36,6
Eficiencia térmica	%	42,4	47,0	50,2
Eficiencia total	%	81,9	85,2	86,8
Eficiencia HHV				
Eficiencia eléctrica	%	35,7	34,5	33,0
Eficiencia térmica	%	38,2	42,4	45,3
Eficiencia total	%	73,9	76,9	78,4
Balance de energía térmica				
Escape de gas	kW	46		
Agua de enfriamiento	kW	179		
Relación potencia/calor		0,93		
Consumo de combustible				
Consumo específico del combustible (mecánico)	$\text{kW}_h/\text{kW}_{\text{hmec}}$	2,41		
Consumo específico de combustible (electricidad)	$\text{kW}_{\text{he}}/\text{kW}_{\text{hmec}}$	2,53		
Gas combustible				
Presión de conexión de gas de operación	Mbar	20-100		
Flujo de volumen de gas	Nm^3/h	88,5		
Regimen de temperature				
Temperatura de flujo	°C	85-90		
Temperatura de retorno	°C	65-70		
Diferencia de temperatura estandar	K	20,0		

Además de las especificaciones técnicas se muestran una serie de datos técnicos de diferentes partes de la unidad de cogeneración, así como datos de especial interés:

- Circuito de refrigeración.
El sistema de refrigeración está compuesto por un circuito de baja temperatura con las siguientes características:

Tabla 48. Características técnicas de circuito de refrigeración.
Fuente: INDOP.

Circuito de refrigeración de BT		
Característica	Unidad	Valor
Volumen mínimo de flujo 40% de etilenglicol y 60% agua	m ³ /h	10,67
Máxima presión	Bar	10,00
Mínima presión	Bar	2,50
Unidad de caída de presión Indop CHP	Bar	0,40

Tabla 49. Características técnicas de intercambiador de baja temperatura.
Fuente: INDOP.

Intercambiador BT		
Característica	Unidad	Valor
Máxima caída de presión permisible para la tubería.	Bar	0,2
Maxima temperatura de retorno	°C	45
Maxima presión.	Bar	3
Mínima presión.	Bar	1
Mínimo cauda (mezcla de glicol/agua 40/60)	m ³ /h	1,9

- Gases de escape.

Tabla 50. Características de gases de escape de unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Gases de escape.

Característica	Unidad	Valor
Flujo de volumen	m ³ /h (120°C)	1366,9
Flujo de volumen	Nm ³ /h	767,4
Flujo de masa húmedo	kg/h	1199,0
Máxima contrapresión después del silenciador	Mbar	10,0

- Emisiones.

Tabla 51. Características de emisiones de unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Emisiones(100% de carga)		
Característica	Unidad	Valor
Monóxido de carbono (CO)	mg/Nm ³	< 300
Óxidos de nitrógeno (NOx)	mg/Nm ³	< 500

- Nivel de sonido

Tabla 52. Nivel de sonido de unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Nivel de sonido		
Característica	Unidad	Valor
Nivel de presión de sonido	dB(A)/1m (±2dB)	67,0
Nivel de potencia de sonido	dB(A) (±2dB)	75,0

- Dimensiones, pesos y conexiones.

Tabla 53. Dimensiones y pesos de unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Dimensiones y pesos		
Característica	Unidad	Valor
Longitud (sin salidas de ventilación)	Mm	3600
Ancho (sin salidas de ventilación)	Mm	1800

Alto (sin salidas de ventilación)	Mm	2300
Peso (incluido aceite y refrigerante)	Kg	3700
Color de la unidad de CHP		RAL 5015

Tabla 54. Dimensiones de conexiones de unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Dimensiones de las conexiones		
Característica	Unidad	Valor
Conexiones del circuito de calefacción		DN50 PN16
Conexión de gas de escape		DN150 PN6
Conexión de gas		DN50 PN16
Intercooler conexión		DN40 PN16
Conexión del conducto de aire de ventilación.	Mm	Φ800

- Características del motor.

Las características del motor de cogeneración viene recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 55. Características del motor de la unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Motor		
Fabricante		MAN
Modelo		MAN E 2676 LE 212
Tipo de motor		L
Principio		Otto 4-Stroke
Número de cilindros		6
Diámetro (Bore--)	<mm	126
Stroke	Mm	166
Desplazamiento	ccm ³	12400
Desplazamiento	L	12,4
Velocidad nominal	Rpm	1500
Velocidad media de pistón	m/s	8
Relación de compresión	E	12,6:1
Presión efectiva media	Bar	14,20
ISO Calificación estandar	kW	220

Consumo de aceite lubricante	kg/h	0,120
Cantidad de llenado de aceite lubricante min/max	L	50/70
Peso del motor	Kg	895
Cantidad de llenado de aceite lubricante en tanque de aceite fresco	L	45
Tensión del motor de arranque (DC)	V	24
Presión trasera de escape min./max.	Mbar	5/40
Control de relación de aire	Λ	1,62
Tiempo de ignición	°	32
Caudal másico del aire de combustión a 25°C	kg/h	1087
Temperatura de salida del gas de escape a plena carga	°C	440
Nivel de ruido a 1 metro	dB(A)	104,1
Calor de radiación	kW	10

- Características de generador.

Tabla 56. Características del generador de la unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Generador		
Fabricante		Mecc Alte
Modelo		ECO 38-2LN/4
Sincrono/Asincrono		Sincrono
Enfriamiento		Refrigerado por aire
Potencia	kW	257,00
Potencia	kVA	321,25
Voltaje	V	400
Corriente eléctrica ($\cos \varphi = 1$)	A	370,9
Frecuencia	Hz	50
Clase de aislamiento		H
Velocidad nominal	rev./min	1500
Reactancia		
Xd	%	191,36
Xd'	%	14,03
Xd''	%	7,45
Xq	%	110,4

Xq'	%	110,4
Xq''	%	19,17
X2	%	14,78
X0	%	2,55
Reacción de cortocircuito	Kcc	0,402
Constantes de tiempo		
Td'	S	0,091
Td''	S	0,012
Tdo'	S	1,4
Ta	S	0,016
Excitación sin carga	A	0,78
Excitación a plena carga	A	4,1
Disipación de calor en f.l.cl.H	W	17866
Protección		IP 23

- Datos eléctricos de la unidad de cogeneración:

Tabla 57. Datos eléctricos de la unidad de cogeneración.

Fuente: INDOP.

Datos eléctricos		
Maximo poder activo	kW	210
Maxima potencia aparente	kVa	210
cosφ (ajustable desde 0.95 a 1)	φ	1
Tensión nominal UN	V	400
Corriente nominal	A	304
Fuente de alimentación		Three-phase
Posibilidad de operación en isla		SI
Comienzo con generador		No
Consumo propio de electricidad	kW	5
Máxima secuencia de corriente negativa/corriente nominal	%	8

Tabla 58. Conexión a la red de baja tensión de la unidad de cogeneración.
Fuente: INDOP.

Conexión a la red de baja tensión		
Ajuste de valores para la protección (VDE-AR-N 4105)		0,8 UN (100ms)
Protección de voltaje U <		1,1 UN (100ms)
Protección contra sobretensiones U >		1,15 UN (100ms)
Protección contra sobretensiones U >>		47,5 Hz (100ms)
Protección de frecuencia f <		51,5 Hz (100ms)

2.7.3. Elementos de seguridad de unidad de cogeneración.

- Válvula de seguridad.

La caldera de recuperación lleva una válvula de seguridad tipo resorte con regulación precintable y un mecanismo de apertura debiendo cumplir las disposiciones de calidad y constructivas que se recogen en la norma UNE 9-100. Estas válvulas se precintarán en función de que la presión no sobrepase la presión de servicio y en ningún caso la de diseño.

La función de esta válvula es la de evacuar el vapor que se produce en régimen máximo, sin que el aumento de presión en el interior de la caldera pueda aumentar de 10% de la presión de precinto.

La descarga de este vapor debe realizarse de tal forma que impida que este pueda ejercer daños a personas o a bienes, por lo que la sección de la tubería de descarga será lo adecuadamente amplia para que provoque una contrapresión superior a la prevista sobre la válvula cuando se descarga.

- Válvula de circuito de vapor.

La caldera de recuperación, caldera de vapor saturado, debe disponer de una válvula que pueda interceptar el paso de salida de vapor. Esta válvula debe de ser de cierre lento, husillo exterior y fácil maniobra.

Para una máxima producción en régimen continuo, la velocidad de salida a través de esta no sobrepasara de 40 m/s.

2.8. Caldera de combustión.

2.8.1. Selección de la caldera.

La elección de la caldera de combustión se basa en la potencia mínima que debe de tener. Esta potencia está determinada en función de la potencia térmica que se requiere

para que el digestor se encuentre en todo momento a la temperatura óptima en el mes más desfavorable (enero), aunque la unidad de cogeneración se encuentre parada.

Por lo que la potencia mínima que debe de tener la caldera, considerando que el rendimiento de esta es del 84.8 %, tiene que ser de 222,96 kW.

La caldera seleccionada será la caldera de baja temperatura a gas modelo VITOCROSSAL 100 con una potencia térmica útil de 240 kW de la marca VISSMANN, o similar, siendo sus características principales:

Tabla 59. Características principales de la caldera convencional de gas.
Fuente: VISSMANN.

Característica	Unidad	Valor
Potencia térmica útil	kW	240
Rendimiento térmico	%	84,8
Longitud	mm	900
Anchura	mm	680
Altura	mm	1459
Peso	kg	680
Presión de conexión de gas recomendada	mbar	20-25
Diámetro de tubo de ventilación	mm	200
Contenido de agua de la caldera	l	140
NOx (Clase 6)	mg/kWh	<56
Presión máxima de servicio admisible	bar	6
Presión mínima de servicio admisible	bar	0,5
Temperatura de servicio máxima admisible	°C	95

2.8.2. Elementos de seguridad en la caldera de combustión.

La caldera de combustión dispone de los siguientes sistemas de seguridad para un adecuado funcionamiento de esta:

- Válvula de seguridad.
Se trata de una válvula de seguridad tipo resorte con regulación precintable y un mecanismo de apertura debiendo cumplir las disposiciones de calidad y constructivas que se recogen en la norma UNE 9-100. Estas válvulas se precintarán para que la presión no sobrepase el valor de servicio y en ningún caso el de diseño.

La función de esta válvula es la de evacuar el vapor que se produce en régimen máximo, sin que el aumento de presión en el interior de la caldera pueda aumentar de 10% de la presión de precinto.

La descarga de este vapor debe realizarse de tal forma que impida que este pueda ejercer daños a personas o a bienes, por lo que la sección de la tubería de descarga será lo adecuadamente amplia para que provoque una contrapresión superior a la prevista sobre la válvula cuando se descarga.

- Válvula de corte del suministro de vapor.
Se trata de la válvula de vapor instalada en la salida de vapor de la caldera para cortar el flujo de vapor. Esta válvula debe de ser de cierre lento, husillo exterior y fácil maniobra.

Para una máxima producción en régimen continuo, la velocidad de salida a través de esta no sobrepasara de 40 m/s.

2.8.3. Calidad de agua de alimentación.

El usuario tiene la obligación de mantener el agua de la caldera como mínimo dentro de las especificaciones de la Norma UNE-9-075 para evitar corrosión, los depósitos, la fragilidad acústica, las incrustaciones sobre superficies metálicas y el arrastre en el vapor, con el fin de conseguir una adecuada calidad del vapor.

Siendo las especificaciones que dicta esta norma las siguientes:

- Aspecto visual transparente, sin color ni residuos.
- Aceites y grasas menores a 1 mg/l.
- Presentar un pH a la temperatura de 20 °C de 8 a 9.
- O₂ disuelto en menor de 0,2 mg/l.
- Dureza del CO₃Ca en mg/l menor a 5.
- CO₂ en forma de CO₃H menos a 25 mg/l.
- Materias orgánicas valoradas de MnO₄K consumido menores a 10 mg/l.

2.9. Automatismo y control.

2.9.1. Cuadro de control.

En el cuadro de control se localizan todos los elementos necesarios para el control de la planta de producción de biogás. Estos elementos se montan en armarios tipo Rittal VX25, o similar, con las siguientes dimensiones:

Tabla 60. Dimensiones del cuadro de control.

Fuente: Rittal.

Dimensiones	Unidad	Valor
Anchura	mm	800
Altura	mm	2000
Profundidad	mm	600

En el cuadro de control se localiza el controlador lógico programable (PLC), dotándose de los relés necesarios encargados de convertir aquellas señales de campo que no lo son, en entradas (señales libres de tensión). Además, dotará de alimentación a los elementos cuyo control a través de las salidas (contactos libres de tensión) lo requiera.

Los componentes principales del PLC son los siguientes:

- Unidad de procesamiento central.
La unidad de procesamiento central debe de tener la capacidad y velocidad de reloj necesaria para realizar una gestión de un mínimo de 30 lazos de control complejo manteniendo ciclos de scan aceptables para el adecuado desarrollo del proceso.
La unidad de procesamiento central será tipo al Controlador/PLC S7/300 de la marca SIEMENES, o similar, con 256 KB RAM, con 1 puerto Ethernet 1BaseTx y 1 puerto TCP/IP.
- Módulos de entrada y salida de datos.
Las tarjetas de expansión serán de tipo aislado para asegurar el correcto funcionamiento de las entrada y salidas de la carta si una determinada entrada o salida deja de funcionar.
Por lo que las tarjetas de E/S serán de tipo a las tarjetas E/S S7/300 de la marca SIEMENS, enchufables con tensión:
 - XXX E/D Transistor.
 - XXX S/D relés.
 - XX E/A.
 - XX S/A intensidad o tensión.

Además, en el cuadro de control habrá un módulo de comunicación de datos ETHERNET MODBUS TCP/IP con una velocidad mínima de 100 M bits/s, el cual posee la finalidad de establecer comunicación entre el PLC y el SCADA.

Se deberá de instalar un módulo de comunicación modelo LV43011 de la marca Scheiner, o similar, el cual posee las siguientes características.

Tabla 61. Características de módulo de comunicación
Fuente: Scheiner.

Características	Unidad	Valor
Humedad relativa	%	5-85%
Temperatura ambiente de almacenamiento	°C	-45 a 85
Temperatura ambiente de almacenamiento	°C	-20 a 70
Grado de contaminación	-	3
Frecuencia de vibraciones	Hz	5-8,4
Tipo de control	-	Software

Pasarela de comunicación

-

Ethernet TCP/IP a Modbus

2.9.2. Sistema de operación.

El sistema de operación es el encargado de modificar los parámetros de control. Está compuesto por una serie de elementos de enclavamiento y una estación de operación con su impresora, unidad de disco, pantalla y teclado desde donde se controlará todo el sistema de control.

- Alarmas del sistema de enclavamiento.
La consola de operación constituida por el by-pass de operación del sistema de enclavamiento, lámparas de señalización y pulsadores de mando, parada y emergencia ira montada en la puerta del cuadro de control.
- Sistema SCADA.
El sistema SCADA se trata de una aplicación que permite la visualización en red de telecontrol. Permite ver gráficamente datos, alarmas y eventos de forma instantánea e histórica y realizar modificaciones y entrada de datos.
El conjunto de los elementos de soporte del sistema SCADA constituyen la estación de operación, siendo estos los siguientes:
 - Pantalla y teclado: desde estos elementos se podrá cambiar los parámetros de control y configurar lazos de control. En la pantalla se visualizarán entradas y salidas analógicas y digitales. El ordenador instalado será un ordenador tipo PC marca DELL modelo OptiPlex™ GX260, o similar, con un monitor de 19" Plano LCD TFT con una resolución de 1280x1024, luminosidad de 250 cd/m² y un ángulo de visión de 160°.
 - Impresora: las funciones que desarrolla la impresora son la impresión de alarmas, la impresión de gráficos y tendencias, emisión de informes y la impresión de una visualización en pantalla. Además, cada vez que un punto pase a alarma escribirá una línea y otra claramente diferenciada cuando dicho punto retorne a su posición normal. La línea escrita por la impresora contiene descripción del punto, tag, tipo de alarma y tiempo de generación y desaparición. Se instalarán dos pitos de impresoras, una impresora de tipo matricial para las alarmas y una impresora de inyección de tinta para la impresión de informes.

Tanto el sistema de operación como el cuadro de control se instalarán en la sala de ordenadores y compresores de la explotación, estando la sala dotada de todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de la estación de operación.

2.9.3. Cableado de datos.

El cableado de datos se trata del encargado de llevar la señal analógica de todos los equipos de automatismo y control de la planta hasta el cuadro de control, donde se ubica el PLC.

Para ello, se escogerá un cable tipo al modelo Z102Z1-K (S) de la marca Exzhellent® Señal, o similar, siendo sus características técnicas más importantes las siguientes:

Tabla 62. Características del cableado de datos.
Fuente: Exzhellent.

Características	Unidad	Valor
Conductor	-	Cobre, flexible clase 5
Aislamiento	-	Poliolefina termoplástico libre de halógenos
Sección	mm ²	1,5
Número de conductores	--	2
Pantalla		O2. Al/poliéster, pantalla colectiva

El cable de monitorización cumple las siguientes normas:

- UNE-EN 60332-1-2 - No propagador de la llama.
- UNE-EN 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases-
- UNE-EN 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos.
- EC 60332-1-2 - No propagador de la llama IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases.
- IEC 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos.

2.9.4. Tubos de protección.

En las zanjas por las que pase el cableado de monitorización y control se colocarán tubos de plástico corrugados, con la finalidad de proteger a los cables de monitorización de los equipos de monitorización y control. Es necesario que los tubos que se instalen cumplan con la siguiente normativa:

- Norma UNE-EN 61386-2-4 que trata sobre sistemas de tubos para la conducción de cables.
- Norma UNE-EN 613886-2-4 que trata sobre el grado de protección.

El tubo tipo seleccionado se tratará del modelo DP-110 de la marca AISCAN, o similar, el cual posee las siguientes características:

Tabla 63. Características de tubos corrugados.
Fuente: AISCAN.

Características	Unidad	Valor
Diámetro exterior	mm	110
Diámetro interior	mm	88
Longitud	m	50

Numero de espiras		17.6
Secuencia de espiras		5-4-5-3+4/6
Grado de protección		IP54
Color		Naranja
Resistencia a compresión	N	>450

2.9.5. Equipos de control.

Para que la operación de la planta sea estable y segura se deben de instalar una serie de equipos de control, siendo su instalación en función de las variables de operación. Los equipos de control que se presentan en el presente proyecto son los siguientes:

- Caudalímetro de sustrato (3).
El caudalímetro está formado por un sensor y un transistor. El sensor debe de ser un sensor tipo F M MAG 5100 W de la marca SIEMENS, o similar, y el transistor, un transistor tipo SISTRANS F M MAG 5000, o similar, el cual es un transmisor basado en microprocesador. Las características técnicas más importantes de cada uno de los equipos que conforman el caudalímetro de sustrato son las siguientes:
 - Transmisor.

Tabla 56. Características del transmisor de caudalímetro de sustrato.
Fuente: SIEMENS.

Características	Unidad	Valor
Tensión de alimentación	V (DC)	24
Tensión de alimentación auxiliar	V (AC)	230
Comunicación	-	HART
Salidas	-	1 salida de intensidad
	-	1 salida digital
	-	1 salida de relé
Precisión de medida	%	0,4 ± 1 mm/s
Temperatura ambiente		-20 a 50 °C
Señal	mA	4 a 20

- Sensor.

Tabla 57. Características del sensor de caudalímetro de sustrato.
Fuente: SIEMENS.

Características	Unidad	Valor
Rango de medida	m/s	0 a 10
Precisión de medida	%	0,2 ± 2,5 mm/s
Presión de servicio máxima	bar	16
Temperatura ambiente	°C	40 a 70
Temperatura del medio	°C	10 70

Los caudalímetros de sustrato se encuentran ubicados en las siguientes líneas hidráulicas

- Línea 1 (IN-IQ01).
 - Línea 2 (IN-IQ02).
 - Línea 3 (IN-IQ03).
- Medidores de nivel de sustrato (2).
Los medidores de nivel se tratan de medidores que irán conectados a transmisores modelo SITRANS LR 200 de la marca SIEMENS, o similar, los cuales se tratan de transmisores de nivel de radar. Las características más importantes de estos equipos son las siguientes:

Tabla 64. Características del medidor de nivel de sustrato.
Fuente: SIEMENS.

Características	Unidad	Valor
Tecnología	-	Radar pulsado
Rango de medida	m	20
Temperatura de proceso	°C	40 a 200
Presión máxima del proceso	bar g	40
Señal	mA	4-20
Tensión de alimentación	V (DC)	24

Los medidores de nivel se ubicarán en:

- Tanque de mezclado (IN-MN01).
- Digestor anaerobio (IN-MN02).

- Medidor de temperatura, potencial redox y pH. (1)

La medición de estos parámetros se realizará por sondas que irán conectadas a un transmisor universal tipo CPM 253 de la marca Liquisys, o similar, con salida de 4-20 mA y una tensión de alimentación de 230V (AC). Las sondas a emplear serán las siguientes:

- Sonda de temperatura: Sonda de temperatura tipo sonda Pt100 modelo TM4431 de la marca ifm electronic, o similar, siendo su rango de temperatura de -40 a 60 °C.
- Sonda para la medición de potencial redox: Sonda de medición del potencial redox tipo al modelo CPF82D de la marca Orbipac, o similar, siendo su rango de medición de -1500 mV a 1500 mV.
- Sonda para la medición de pH: Sonda de medición de pH tipo al modelo CPF81 de la marca Orbipac, o similar, siendo su rango de medición de 0-14.

Las sondas y el transistor se ubicarán en el digestor anaerobio (IN-IT01).

- Manómetro (2).

Los Manómetros que se deben de instalar en la planta serán de tipo al transmisor de presión digital y nivel de llenado modelo SIPRANS P DS III de la marca SIEMENS, o similar, sus principales características técnicas son las siguientes:

Tabla 65. Características del manómetro.
Fuente: SIEMENS.

Características	Unidad	Valor
Error de característica	%	0,065
Estabilidad a largo plazo	%/meses	0,125/60
Rango de medida	mbar/bar	0-1 a 0-700
Señal	mA	4-20
Tensión de alimentación	V(DC)	24

Los manómetros se instalan en:

- Gasómetro: el manómetro ubicado en el gasómetro se usa para conocer el volumen de biogás que hay en su interior (IN-IP01).
- Línea de biogás: se coloca entre la válvula de alivio y la válvula de control de tres vías de la línea de biogás. Se usa para conocer a que presión entra el biogás a los equipos de generación (IN-IP02).

- Analizador de biogás (1).

Se tratan de equipos de análisis de gas para la determinación de composición de los principales componentes del biogás:

- Metano (CH₄)
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Sulfuro de hidrogeno (SH₂)
- Oxígeno (O₂).

Estos analizadores serán de tipo al analizador de gas extractivo modelo ULTRAMAT 23 de la marca SIEMENS, o similar, siendo sus características técnicas principales las que se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 66. Características del analizador de biogás.
Fuente: SIEMENS.

Características	Unidad	Valor
Consumo aproximado	VA	60
Tensión de alimentación	V (DC)	24
Tensión de alimentación auxiliar	V (AC)	230
T ^a admisible detector IR	°C	5 a 45
T ^a admisible sensor de H ₂ S	°C	4 a 20
T ^a admisible fotómetro UV	°C	15 a 35

El analizador de biogás presente en la instalación (IN-AN01) se ubicará delante del manómetro ubicado en el interior del módulo de cogeneración.

- Caudalímetro de biogás (2).

Para medir el caudal de gas que hay a lo largo de la línea 5 se ha seleccionado el mismo transmisor de presión digital y nivel de llenado que el que se va a utilizar como caudalímetro, ya que también incorpora la opción de medir caudal. La ubicación de estos transmisores adicionales es la siguiente:

- Justo a la salida de la tubería de gas del gasómetro (IN-CB01).
- En el módulo de cogeneración, delante de la válvula de 3 vías ubicada en el módulo. (IN-CB02).

2.9.6. Enclavamiento.

Las diferentes válvulas de control ubicadas en las diferentes líneas hidráulicas estarán enclavas a una serie de elementos de control ubicados en la planta, siendo estos los siguientes:

- Caudalímetro de la línea hidráulica del purín (IN-Q01).

La válvula de control de la tubería de purín (Vc-01) se enclavará al caudalímetro ubicado en la misma línea, de manera que en función de la medición del

caudalímetro se regula. La finalidad de este enclavamiento es que el flujo de purín que circula por la línea sea siempre el convenido para la correcta operación, siendo de 82,19 m³.

- Medidor de nivel de tanque de mezclado (IN-MN01).
La válvula de control de la tubería de purín (Vc-01) se enclavará con el medidor de nivel del tanque de mezclado. De esta manera, cuando el nivel sustrato del tanque de mezclado vaya a rebosar, esta se cerrará, evitando el desbordamiento del sustrato por el exterior del tanque y la posible avería, a causa de líquido desbordado, de algún equipo eléctrico ubicado en las inmediaciones. Por lo tanto, la válvula de control (Vc-01) se deberá cerrar cuando se llegue a un volumen de 90 m³.
- Caudalímetro de la línea hidráulica del sustrato (IN-Q02)
La válvula de control de la línea 2 (Vc-02) se enclavará al caudalímetro ubicado en la misma tubería, con la finalidad de que el flujo del sustrato siempre sea el convenido para la correcta operación, siendo este de 89,75 m³.
- Medidor de nivel de digestor anaerobio (IN-MN02).
La válvula de control ubicada en la línea 2 (Vc-02) estará enclavada con el medidor de nivel ubicado en el digestor anaerobio. La finalidad de este enclavamiento es que corte el suministro de sustrato cuando por algún motivo, ajeno a la correcta operación de la planta, el nivel de digestor llegue al llenado completo del digestor.
Por lo tanto, la válvula de control se deberá cerrar cuando el volumen de sustrato en el digestor sea de 2.031 m³.
- Caudalímetro de la línea hidráulica del digestato (IN-03).
La válvula de control de la línea 3 (Vc-03) se enclava al caudalímetro ubicado en la misma tubería para que el flujo de digestato siempre sea el convenido, siendo el caudal convenido en condiciones de operación normales de 89,75 m³.
- Sonda de temperatura, analizador de redes y caudalímetro de biogás (C-04)
El analizador de redes existente en la explotación, la sonda de temperatura ubicada en el interior del digestor anaerobio y el caudalímetro de biogás (C-04) colocado en la tubería de transporte de biogás (justo a la salida del gasómetro), están enclavados a la válvula de control (Vc-04) ubicada a la salida del gasómetro, y a las válvulas de tres vías ubicadas en la entrada del módulo de cogeneración (V3V-02); 1) válvula de tres vías ubicada en la salida de la caldera recuperadora de la unidad de cogeneración (V3V-03), 2) válvula de tres vías ubicada en la salida de caldera de combustión (V3V-04) y 3) válvula de tres vías ubicada en la tubería de calefacción de retorno del agua a las calderas (3V3-05).

La válvula de control (Vc-04) y las válvulas de control de tres vías (V3V-02, V3V-03, V3V-04 y V3V-05), se enclavan a la sonda de temperatura. Así se asegura que el digestor se encuentra siempre en las condiciones de temperatura óptimas

(35 °C), siendo su regulación en función de las necesidades térmicas requeridas por el digestor.

Además, la válvula de control anteriormente mencionada (Vc-04), se enclava al analizador de redes ubicado en la explotación. De esta manera, cuando existe biogás en el gasómetro, este se manda a la unidad de cogeneración en los momentos que se quiera cubrir un porcentaje adicional de energía eléctrica.

- Manómetro del gasómetro (IN-IP01).

La válvula de control de tres vías (V3V-01), se enclava al manómetro del gasómetro, ya que, si se produce una avería, o se está realizando un mantenimiento de algún equipo instalado en la línea de biogás y el gasómetro se encuentra al máximo de su capacidad de almacenamiento. El biogás se llevará hasta la antorcha donde será quemado.

Además de la válvula de control de tres vías (V3V-01), la válvula de control (Vc-04), también se enclavan al manómetro para permitir el paso del biogás por la tubería hasta la válvula de tres vías (V3V-01). En estos casos, la válvula de control y la válvula de tres vías anteriormente citadas se abrirán cuando el volumen de biogás del gasómetro llegue a 1043 m³.

2.10. Instalación eléctrica.

2.10.1. Instalación de puesta a tierra.

Hay numerosos diseños para la realización de la puesta a tierra, pero en todos ellos se debe de cumplir el Reglamento de Baja Tensión, el cual dice que la profundidad nunca debe de ser menor a 0.5 m y sin una tensión de contacto superior a 24 V.

El objetivo principal de la puesta a tierra se resume en las siguientes cuatro funciones:

- Evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de las instalaciones, edificios y superficies próximas del terreno.
- Permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico, asegurando la adecuada actuación de las protecciones en caso de fallo de aislamiento.
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería o mal funcionamiento en los materiales eléctricos utilizados.

Pero además de estos objetivos, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión establece que la puesta a tierra debe de cumplir los siguientes objetivos:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra debe de ser conforme a las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y debe de mantenerse de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga deben de poder circular sin peligro desde el punto de vista de las sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez debe quedar asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Deben de contemplarse los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para una adecuada protección tanto de las personas como de los equipos van a disponer de dos tomas a tierra.

- Toma a tierra general.

La toma de tierra general está formada por un conductor de cobre con una sección de 50 mm², al que se conectan tanto eléctrica y físicamente los elementos por los que vaya a circular corriente, de manera que las sobretensiones que se pudieran dar se deriven a tierra. Estos elementos se unen con la toma de tierra mediante un cable de aislamiento termoplástico de PVC tipo T11.

El cable desnudo de cobre de 50 mm² de sección irá enterrado a una profundidad variable en función de la profundidad de la zanja, 0,8 m o 0,6 m, recorriendo toda la instalación. Las zanjas que llevan el electrodo conductor deben de mantener siempre una adecuada humedad.

Además de este cable, se precisará de un cable para unir los elementos con el conductor de cobre desnudo. Este cable poseerá un color amarillo/verde con un aislamiento de PVC de tipo T11 estando de acuerdo con las siguientes normas:

- EN 13501-6 (Clasificación respecto al fuego).
- UNE-EN 50525-2-31 (Norma de referencia).
- IEC 60332-1 (No propagación de la llama).
- IEC 60754-1 (Reducida emisión de halógenos).
- IEC 60332-3-24 ((No propagación de la llama).

La resistencia que ofrece esta red de tierra debe de ser menor de 10 Ω debido a que el reglamento ICT, Real Decreto 346/2011, establece que la resistencia de puesta a tierra de una instalación debe de ser menor que ese valor.

Por lo que la longitud que debe de tener el cable conductor tiene que ser mayor a un determinado número de metros, para que la resistencia que ofrece la red a tierra sea menor al valor indicado. Para determinar la longitud de este conductor se ha usado la siguiente fórmula de un conductor enterrado en horizontal dada por el ITC-BT-18:

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

Siendo:

- R: Resistencia de la puesta a tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno (Ωm)
- L: Longitud del cable del conductor.

Para determinar la resistividad del terreno se ha tenido en cuenta que el terreno donde se localiza el presente proyecto se trata de un terreno cultivable poco fértil, por lo que según la siguiente tabla la resistividad del terreno es de 500 Ωm.

Tabla 67. Valores aproximados de la resistividad en función del terreno.
Fuente: ITC-BT18.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

La longitud del cable conductor, cable de 50 mm² de sección debe de ser mayor a 100 metros para que la resistencia de puesta a tierra sea menor de 10 Ω.

- Puesta a tierra de la unidad de cogeneración.
Para utilizar de forma segura la unidad de cogeneración es necesario que tenga una puesta de tierra propia. Para la toma de tierra se dispondrá de un conductor de cobre de 50 mm² con un aislamiento termoplástico de PVC de tipo TI1 que va unido a una varilla de 2 metros de longitud enterrada en el terreno. Para el cálculo de la resistencia de las picas se utiliza la siguiente formula:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- ρ: Resistividad del terreno (500 Ωm)
- L: Longitud de la pica metálica (2 m)

Por la que la resistencia de la pica debe de ser 250 Ω siendo la cantidad de picas necesarias:

$$n = \frac{\textit{Resistencia de pica vertical}}{\textit{Resistencia del interruptor diferencial}}$$

La resistencia del interruptor diferencial viene precedida por la sensibilidad que tiene este, la sensibilidad del interruptor diferencia instalado será de 30 mA, por lo que la resistencia del interruptor diferencial será 800 Ω.

El número de picas seleccionado (1) es correcto, ya que, aplicando la fórmula de la parte superior, se determina que el número de picas a instalar es de 0,31.

Una vez finalizada la instalación de puesta en tierra se justificará que las tensiones de contacto y de paso cumplen con lo estipulado en el Reglamento.

2.10.2. Cálculo de los cables de baja tensión.

2.10.2.1. Introducción.

Los cálculos realizados para obtener la sección de los cables conductores de energía eléctrica en baja tensión, ubicados en la instalación, se han realizado de acuerdo con la Comisión Electrotécnica Internacional (norma ICE), haciendo uso de las siguientes normas:

- Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional para conductores aislados. (IEC 60228:20004).
- Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional para instalaciones eléctricas de baja tensión. (IEC 60364).
- Norma internacional de la Comisión Electrotécnica para el cálculo de la intensidad admisible para cables eléctricos. (IEC 60287).
- Norma UNE 20460-5-523:2004 sobre Instalaciones eléctricas en edificios.

Además de seguir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

2.10.2.2. Cálculos realizados.

Para definir la sección mínima a utilizar se ha realizado el cálculo en función de dos criterios:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
2. Caída de tensión máxima permitida.

- Cálculo de la intensidad máxima admisible.

La intensidad máxima admisible se considera aquella intensidad que puede circular por un conductor eléctrico, de manera permanente sin que esta sufra ningún tipo de daño. Por lo que la intensidad de los equipos eléctricos deberá ser siempre inferior esta.

Además, se debe considerar que, si la intensidad máxima admisible de los cables es menor que la intensidad de diseño calculada, se elegirá un cable que pueda soportar dicha intensidad.

En función de la tipología de la línea, trifásica o monofásica, el modo de determinar la intensidad nominal de los equipos eléctricos es diferente:

- Línea trifásica.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos \mu}$$

- Línea monofásica.

$$I = \frac{P}{V_L \times \cos \mu}$$

Siendo:

- I: Intensidad real que circula por el conductor (A).

- P: Máximo poder activo del equipo (W).
- V: Tensión de generación eléctrica (V).
- $\cos\mu$: Factor de carga.

Calculada la intensidad de cada uno de los equipos, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión indica que hay que dimensionar dicha intensidad en un 125%.

Una vez aplicado el 125% que obliga el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se deberán de tener en cuenta los efectos que pueden influir en la intensidad nominal, aplicándose un factor de corrección en función de dichos efectos. Estos efectos se tratan de los que aparecen a continuación:

- **Temperatura:** El factor de corrección de temperatura esta tabulado en la tabla B.52.15.Bis, en el caso de que los conductores estén subterráneos, y tabla B-52-14 bis, en caso de no presentarse enterrados, de la Norma UNE 20460-5-523.
 - **Resistividad térmica del terreno:** La resistividad térmica del terreno se ha considerado 2,5 km/W, por lo que el factor de corrección en este parámetro es nulo.
 - **Agrupamiento:** El factor de corrección del agrupamiento esta tabulado en la tabla B.52.18, en caso de presentarse cables directamente enterrados y en el caso de presentarse en conductos enterrados en la tabla B.52.19, en el caso de que los cables no se presenten en conductos enterrados, los factores de corrección por agrupamiento se presentan en la tabla C.52.3. Todas estas tablas se presentan en la norma UNE 20460-5-523:2004.
- Cálculo de la caída de tensión.
La máxima caída de tensión permitida varía en función de la instalación que se trate, en la siguiente tabla se recogen los límites de caída de tensión reclamentarios en función del tipo de instalación que se trate.

Tabla 68. Máxima caída de tensión permitida en función del tipo de instalación.
Fuente: ITC-BT18.

Parte de la instalación	Para alimentar a	Caída de tensión máxima (%)
Línea general de alimentación	Suministros de un único usuario	No existe
	Contadores totalmente concentrados	0,5
	Centralizadores parciales de contadores	1
Derivación individual	Suministros de un único usuario	1,5
	Contadores totalmente concentrados	1

	Centralizadores parciales de contadores	0,5
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5

Para el cálculo de la sección se han tenido en cuenta las siguientes caídas de tensión:

- Cableado de equipos eléctricos hasta cuadros eléctricos de baja tensión: 0,5%.
- Cableado de los cuadros eléctricos situados en la planta hasta el cuadro general eléctrico de la planta 0,5%.
- Cableado de cuadro general eléctrico de la planta hasta cuadro general de baja tensión de la explotación :1,5%.
- Cableado de cuadro general eléctrico de baja tensión de la explotación hasta el centro de transformación :1,5%.
- Cableado de generador hasta el centro de transformación 3%.

- Cálculo de sección.

La expresión para el cálculo de la sección mínima de los conductores es diferentes, variado en función de la tipología de la línea, trifásica o monofásica:

- Línea trifásica

$$S = \frac{LP}{CeU}$$

- Línea monofásica.

$$S = \frac{LP}{CeU}$$

Siendo:

- L: Longitud del cable (m).
- I: Intensidad máxima admisible (A).
- e: La caída de tensión máxima permitida (V).
- U: Tensión de generación eléctrica (V).
- C: Conductividad del conductor a la temperatura de trabajo ($m/\Omega \cdot mm^2$).

La conductividad viene determinada por la siguiente fórmula:

$$p_{cut} = \frac{1}{58} x (1 + \alpha_{cux}(T - 20))$$

- ρ_{CuT} : Resistividad del cobre a 20°C (1/58 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)
- α_{Cu} : Coeficiente de variación con la temperatura de resistencia de 20 °C (0,00393 °C⁻¹)
- T: Temperatura de trabajo del conductor (°C).

Para el cálculo de la temperatura de trabajo del conductor, se ha seguido la siguiente fórmula:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \times \left(\frac{I}{I_{max}} \right)$$

Siendo:

- T: Temperatura real estimada por el conductor (°C)
- T₀: Temperatura ambiente del conductor sin carga (40°C)
- T_{max}: Temperatura máxima para el conductor (90°C).
- I: Intensidad que circula por el conductor (A).
- I_{max}: Intensidad máxima admisible para el conductor en las condiciones de instalación (A).

Las fórmulas recogidas con mencionadas con anterioridad vienen recogidas en la norma UNE 20003 (IEC 28)

- Sección mínima del cableado.
El cableado de los diferentes equipos eléctricos a calcular, al tratarse todos de equipos de fuerza, la sección mínima que se podrá seleccionar será de 2,5 mm² según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

2.10.2.3. Cálculo del cableado de los equipos del tanque de mezclado.

El cableado de los equipos ubicados en el tanque de mezclado, en función de su ubicación, van a poseer diferentes métodos de instalación, por lo que se van a diferenciar dos métodos de instalación:

- Cable multiconductor en conductos enterrados.
Se trata del cableado eléctrico que va hasta el cuadro eléctrico a través de conductos subterráneos, zanjas. Al cuadro eléctrico ubicado en el tanque de mezclado únicamente irán equipos trifásicos, la bomba sumergible ubicada en el depósito de purín (B-01), el dosificador y el elevador de sustrato.
- Cable multiconductor al aire libre.
Se trata del cableado eléctrico que va hasta el cuadro eléctrico sobre unas bandejas de cable perforadas ubicadas en los cerramientos. Todo el cableado de los equipos eléctricos que van a ir al cuadro eléctrico del tanque de mezclado, menos el anteriormente citado.

Así mismo, el número de conductores cargados variaría en función de la tipología de los equipos eléctricos. Es decir, si el equipo se trata de un equipo monofásico, el número

de conductores cargados de cable serán dos, y si, por el contrario, se trata de un equipo trifásico el número de conductores cargados se tratará de tres.

Lo que todos los cables tienen en común es que poseen conductores de cobre y un aislamiento termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE).

Los factores de corrección a tener en cuenta serán los siguientes:

- Temperatura.

Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86 en el cableado que va por zanjas subterráneas, mientras que en la instalación al aire libre el factor de corrección por temperatura es nulo.

- Agrupamiento.

El factor de agrupamiento variará en función de la cantidad de circuitos agrupados tanto en la zanja, como en las bandejas de cable perforadas, realizando una clasificación de las zonas por las que pasará el cableado se obtiene lo siguiente:

- Zona 1.

Se trata de la zona del cableado de la bomba trifásica proveniente del depósito de purín. Como se ha dicho anteriormente, el cableado de baja tensión de este equipo va hasta el cuadro eléctrico mediante zanjas. El cableado de este equipo va a ir a una distancia de 0,125 m de los demás circuitos ubicados en la zanja, por lo que el factor de corrección a aplicar es de 0,85.

Además, en la misma zanja donde se encuentra el cableado eléctrico proveniente de la bomba sumergible del depósito de purín, se encuentran los circuitos eléctricos del dosificador y el elevador de paja. A dichos circuitos habrá que aplicarle un factor de corrección de 0,85 por encontrarse a una distancia de 0,125 m del circuito de la bomba sumergible y un factor de corrección de 0,75 ya que estos circuitos eléctricos se encuentran en contacto.

- Zona 2.

En esta zona, los cables se disponen en bandejas de cables perforadas, siendo el único equipo que se va a encontrar se trata del agitador (Ag-01), por lo que no se aplica ningún factor por agrupamiento.

- Zona 3.

En esta zona, los cables se disponen en bandejas perforadas, siendo el único equipo que se va a encontrar la bomba sumergible (B-02), por lo que no se aplica ningún factor por agrupamiento.

- Zona 4.

En esta zona, el cableado se va a disponer en bandejas de cables perforadas, siendo el cableado que pasa por estas bandejas el cableado de los siguientes equipos:

- Válvula de control (Vc-02).
- Caudalímetro de sustrato (IN-IQ02).
- Medidor de nivel de sustrato (IN-IM02).
- Caudalímetro de purín (IN-IQ01).
- Válvula de control (Vc-01).

Por lo que en esta zona habrá tramos en los que encuentren 5 circuitos en contacto, por lo que habrá que considerar un factor de corrección por agrupamiento de 0,75.

En las siguientes tablas, se recoge toda la información necesaria para el cálculo de la sección de los conductores para cada uno de los equipos existentes.

Tabla 69.1. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos del tanque de mezclado. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad de diseño(A)
Caudalímetro de sustrato (IN-IQ01)	9	230	0,064
Caudalímetro de sustrato (IN-IQ02)	9	230	0,064
Medidor de nivel (IN-MN01)	2,4	24	0,163
Válvula de control (Vc-01)	12	24	0,817
Válvula de control (Vc-02)	12	24	0,817
Bomba sumergible (B-01)	600	400	1,851
Dosificador	11.000	400	45,249
Elevador	2.500	400	10,284
Agitador (Ag-01)	3.000	400	6,766
Bomba sumergible (B-02)	600	400	1,353

Tabla 69.2. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos del tanque de mezclado. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección real (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A)
Caudalímetro de sustrato (IN-IQ01)	0,72	0,009	2,5	Cumple
Caudalímetro de sustrato (IN-IQ02)	4,33	0,0055	2,5	Cumple
Medidor de nivel (IN-MN01)	0,75	0,0232	2,5	Cumple
Válvula de control (Vc-01)	2,03	0,316	2,5	Cumple
Válvula de control (Vc-02)	5,64	0,878	2,5	Cumple
Bomba sumergible (B-01)	24,11	0,339	2,5	Cumple
Dosificador	8,73	2,552	10	Cumple
Elevador	8,73	0,537	2,5	Cumple
Agitador (Ag-01)	1,08	0,078	2,5	Cumple
Bomba sumergible (B-02)	7,38	0,103	2,5	Cumple

2.10.2.4. Cálculo del cableado de los equipos del digestor anaerobio.

El cableado de los equipos ubicados en el digestor anaerobio, en función de su ubicación, van a poseer diferentes métodos de instalación, por lo que se van a diferenciar dos métodos de instalación:

- Cable multiconductor en conductos enterrados.
Se trata del cableado eléctrico que va hasta el cuadro eléctrico a través de conductos subterráneos, zanjas. Al cuadro eléctrico ubicado en el digestor únicamente irá el cableado de un equipo monofásico por zanjas, siendo este una válvula de tres vías (V3V-01).
- Cable multiconductor al aire libre.
Se trata del cableado eléctrico que va hasta el cuadro eléctrico sobre unas bandejas de cable perforadas ubicadas sobre las vigas de celosía del interior del digestor y en las paredes del digestor. Todo el cableado de los equipos eléctricos del digestor, menos el anteriormente mencionado, irán mediante este tipo de instalación.

Así mismo, el número de conductores cargados variaría en función de la tipología de los equipos eléctricos. Es decir, si el equipo se trata de un equipo monofásico, el número de conductores cargados de cable será dos, y si, por el contrario, se trata de un equipo trifásico el número de conductores cargados se tratará de tres.

Lo que todos los cables tienen en común es que poseen conductores de cobre y un aislamiento termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE).

Los factores de corrección a tener en cuenta serán los siguientes:

- Temperatura.

Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86 en el cableado que va por zanjas subterráneas mientras que en la instalación al aire libre el factor de corrección por temperatura es nulo.

- Agrupamiento.

El factor de agrupamiento variará en función de la cantidad de circuitos agrupados tanto en la zanja, como en las bandejas de cable perforadas, realizando una clasificación de las zonas por las que pasará el cableado se obtiene lo siguiente:

- Zona 1.

Se trata de la zona de los cables del interior del digestor anaerobio, estos cables se disponen sobre bandejas de cables perforadas.

El cableado que se ubica en esta zona se trata del cableado de los siguientes equipos eléctricos:

- Agitador (Ag-02).
- Agitador (Ag-03).
- Agitador (Ag-04).
- Agitador (Ag-05).
- Medidor de nivel (IN-IM02).

Todos estos circuitos irán en contacto, por lo que el factor de agrupamiento a considerar para el cálculo de sección de estos equipos es de 0,75.

- Zona 2.

Esta zona se trata de la zona del cableado los equipos monofásicos que controlan la línea hidráulica de evacuación de digestato y la línea de evacuación del gas. Estos cables se disponen sobre bandejas de cables perforadas.

El cableado que se agrupa en esta zona se trata del cableado de los siguientes equipos:

- Caudalímetro de sustrato (IN-IQ03).
- Válvula de control del sustrato (Vc-03).
- Transistor de sondas de temperatura, pH y potencial redox (IN-IT01).
- Válvula de control (Vc-04).
- Caudalímetro de biogás (IN-CB01).
- Manómetro (IN-IP01).
- Soplante de aire.

Todos estos circuitos irán en contacto, por lo que el factor de agrupamiento a considerar para el cálculo de sección de estos equipos es de 0,73.

▪ Zona 3.

Esta zona se trata de la zona del cableado de la válvula de tres vías de la línea de biogás (V3V-01). Como se ha mencionado anteriormente, el cableado de baja tensión de este equipo se dispone a través de una zanja. El cableado de esta válvula va a ir a una distancia de 0,125 m de los demás circuitos existentes en las zanjas por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es de 0.85 y en contacto con el circuito eléctrico de la antorcha de seguridad, por lo que habrá que aplicar un según factor de corrección por contacto siendo este de 0,75.

En las siguientes tablas, se recoge toda la información necesaria para el cálculo de la sección de los conductores del cableado eléctrico para cada uno de los equipos existentes.

Tabla 70.1. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos del digester anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad de diseño (A)
Caudalímetro de sustrato (IN-IQ03)	9	230	0,064
Manómetro (IN-IP01)	5,32	24	0,362
Caudalímetro de biogás (IN-CB01)	5,32	24	0,362
Válvula de control (Vc-03)	12	24	0,817
Válvula de control (Vc-04)	12	24	0,817
Válvulas de tres vías (V3V-01)	42,8	24	3,985
Medidor de variables (IN-IT01)	6	230	0,043
Agitador (Ag-02)	3.200	400	9,623
Agitador (Ag-03)	3.200	400	9,623
Agitador (Ag-04)	3.200	400	9,623
Agitador (Ag-05)	3.200	400	9,623
Medidor de nivel (IN-IM02)	2,24	24	0,156
Soplante de aire	1.500	230	13,587

Tabla 70.2. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos del digestor anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A)
Caudalímetro de digestato (IN-IQ03)	18,95	0,024	2,5	Cumple
Manómetro (IN-IP01)	7,39	0,509	2,5	Cumple
Caudalímetro de biogás (IN-CB01)	2,31	0,159	2,5	Cumple
Válvula de control (Vc-03)	20,36	3,166	4	Cumple
Válvula de control (Vc-04)	3,72	0,579	2,5	Cumple
Válvulas de tres vías (V3V-01)	6,67	3,737	4	Cumple
Medidor de variables (IN-IT01)	1,48	0,012	2,5	Cumple
Agitador (Ag-02)	13,36	1,047	2,5	Cumple
Agitador (Ag-03)	25,29	1,983	2,5	Cumple
Agitador (Ag-04)	25,29	1,983	2,5	Cumple
Agitador (Ag-05)	25,29	1,983	2,5	Cumple
Medidor de nivel (IN-IM02)	5,25	0,152	2,5	Cumple
Soplante de aire	1,62	0,422	2,5	Cumple

2.10.2.5. Cálculo del cableado de los equipos de control situados en el módulo de cogeneración.

Los equipos de control del módulo de cogeneración se instalarán directamente al cuadro general de la instalación. Así pues, para el correcto cálculo del cableado es preciso considerar lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería (B1).
- Número de conductores cargados: 2.

El factor de corrección considerado se trata del parámetro de agrupamiento, ya que en un tramo de la instalación habrá en contacto 7 circuitos, siendo el factor de corrección a aplicar para el parámetro de corrección de 0,73.

No se ha contado el factor de temperatura, ya que al darse en algunos casos temperaturas próximas a los 40 °C, se ha considerado que la temperatura ambiente es de 40 °C.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección de los conductores que conformarán el cableado serán las determinadas en función de la tipología de la línea, siendo esta monofásica.

A continuación, se mostrarán todos los equipos monofásicos que se instalarán en el módulo de cogeneración y toda la información necesaria para el cálculo de la sección.

Tabla 71.1. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos del módulo de cogeneración. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad de diseño (A)
Analizador de biogás (IN-AN01)	60	230	0,58
Manómetro (IN-IP02)	5,32	24	0,49
Válvula de tres vías (V3V-02)	42,8	24	3,97
Válvula de tres vías (V3V-03)	42,8	24	3,97
Válvula de tres vías (V3V-04)	42,8	24	3,97
Válvula de tres vías (V3V-05)	42,8	24	3,97
Caudalímetro de biogás (IN-CB02)	5,32	24	0,49

Tabla 72.2. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos del módulo de cogeneración. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Longitud del cable (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A)
Analizador de biogás	16,06	0,148	2,5	Cumple
Manómetro (IN-IP02)	15,72	1,176	2,5	Cumple
Válvula de tres vías (V3V-02)	17,66	10,11	16	Cumple
Válvula de tres vías (V3V-03)	17,79	10,18	16	Cumple
Válvula de tres vías (V3V-04)	16,83	9,710	10	Cumple

Válvula de tres vías (3V3-05)	17,81	10,204	16	
Caudalímetro de biogás (IN-CB02)	15,52	1,159	2,5	Cumple

2.10.2.6. Cálculo del cableado de equipos trifásicos conectados directamente al cuadro general del módulo de cogeneración.

Los equipos trifásicos que se conectan directamente al cuadro general se tratan del deshumidificador y la antorcha de seguridad.

Para el cálculo del cableado de estos equipos es preciso conocer lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Cable multiconductor en conductos enterrados. (Instalación tipo D1).
- Número de conductores cargados: 3.

Los factores de corrección considerados se tratan de los siguientes:

- Temperatura.
Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86.
- Agrupamiento.
El cableado eléctrico del cuadro eléctrico del digestor anaerobio va a ir separado de los demás circuitos de la zanja, a una distancia de 0.125m, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es de 0.85.
Así pues, estos circuitos van a ir en contacto hasta el cuadro eléctrico del módulo de cogeneración, por lo que habría que aplicar un factor de corrección del 0.75.

En las tablas siguientes se muestran todos los datos necesarios para el cálculo de las diferentes secciones del cableado de los equipos trifásicos, teniendo en cuenta que el factor de potencia en los motores trifásicos es entre 0,7 y 0,9, así como la sección comercial elegida, siendo esta la sección inmediatamente superior a la sección teórica mínima.

Tabla 73.1. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos conectados directamente al cuadro general. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad de diseño (A)
Antorcha	1.000	400	3,290
Deshumidificador	4.000	400	13,163

Tabla 73.2. Información necesaria para el cálculo de los conductores de los equipos conectados directamente al cuadro general. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Longitud de cable (m)	Sección teórica (mm ²)	Sección comercial (mm ²)	Intensidad máxima admisible de conductores (A)
Deshumidificador	28,23	3,109	4	Cumple
Antorcha	41,24	0,979	2,5	Cumple

2.10.2.7. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico del tanque de mezclado.

El cuadro eléctrico del tanque de mezclado estará conectado al cuadro general del módulo de cogeneración.

A este cuadro eléctrico estarán conectados tanto los equipos monofásicos como los equipos trifásicos que se ubican en el tanque de mezclado.

Así pues, para el correcto cálculo del cableado es necesario considerar lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Cable multiconductor en conductos enterrados. (Instalación tipo D1).
- Número de conductores cargados: 3.

Además de lo anteriormente citado, se debe tener en cuenta la potencia total instalada y la intensidad máxima admisible.

Los factores de corrección considerados se tratan de los siguientes:

- Temperatura.
Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86.
- Agrupamiento.
El cableado eléctrico del cuadro de eléctrico del digestor anaerobio va a ir separado de los demás circuitos de la zanja, a una distancia de 0.125m, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es de 0.85.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección de los conductores que conformarán el cableado serán las determinadas en función de la tipología de la línea, siendo esta trifásica.

En la siguiente tabla se recoge toda la información necesaria para la realización del correcto cálculo de las secciones de los conductores que conforman la línea:

Tabla 74. Información necesaria para el cálculo de los conductores del cuadro eléctrico del tanque de mezclado. Fuente: Elaboración propia.

Potencia total (W)	Tensión nominal (V)	Intensidad máxima admisible por circuito (A)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)
17.743,68	400	42,91	38,59	17,21	25

2.10.2.8. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico del digestor anaerobio.

Al cuadro eléctrico del digestor anaerobio están conectados tanto los equipos monofásicos como los equipos trifásicos que se ubican en el digestor anaerobio.

Así pues, para el correcto cálculo del cableado es necesario considerar lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Cable multiconductor en conductos enterrados. (Instalación tipo D1).
- Número de conductores cargados: 3.

Además de lo anteriormente citado, se debe tener en cuenta la potencia total instalada y la intensidad máxima admisible.

Los factores de corrección considerados se tratan de los siguientes:

- Temperatura.
Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86.
- Agrupamiento.
El cableado eléctrico del cuadro de eléctrico del digestor anaerobio va a ir separado de los demás circuitos de la zanja a una distancia de 0.125m, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es de 0.85.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección de los conductores que conformarán el cableado serán las determinadas en función de la tipología de la línea, siendo esta trifásica. En la siguiente tabla se recoge toda la información necesaria para la realización del correcto cálculo de las secciones de los conductores que conforman la línea:

Tabla 75. Información necesaria para el cálculo de los conductores del cuadro eléctrico del digestor anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Potencia total (W)	Tensión nominal (V)	Intensidad máxima admisible por circuito (A)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)
14.393,88	400	35,52	38,62	14,037	16

2.10.2.9. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico de la planta de producción de biogás.

El cableado que va desde este cuadro hasta el cuadro general de baja tensión, ubicado en la sala de contadores de la explotación, va a ir subterráneo, como los demás cables del presente proyecto.

Así pues, para el correcto cálculo del cableado es necesario considerar lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Cable multiconductor en conductos enterrados. (Instalación tipo D1).
- Número de conductores cargados: 3.

Además, se debe tener en cuenta la potencia total instalada, así como la intensidad máxima admisible.

Los factores de corrección considerados se tratan de los siguientes:

- Temperatura.
Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86.
- Agrupamiento.
El cableado eléctrico del cuadro de eléctrico del digestor anaerobio va a ir separado de los demás circuitos de la zanja a una distancia de 0.125m, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es de 0.85.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección de los conductores que conformarán el cableado serán las determinadas en función de la tipología de la línea, siendo esta trifásica.

En la siguiente tabla, se recoge toda la información necesaria para la realización del correcto cálculo de las secciones de los conductores que conforman la línea:

Tabla 76. Información necesaria para el cálculo de los conductores del cuadro eléctrico del cuadro general de la planta. Fuente: Elaboración propia.

Potencia total (W)	Tensión nominal (V)	Intensidad de diseño (A)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)
37.360,02	400	92,21	263,94	81,87	95

2.10.2.10. Cálculo del cableado del generador del módulo de cogeneración.

Para el cálculo del cableado para el traslado de la energía generada por la unidad de cogeneración hasta devanado de baja tensión del transformador es necesario considerar lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Cable multiconductor en conductos enterrados. (Instalación tipo D1).
- Número de conductores cargados: 3.
- Numero de circuitos: 10.

Los factores de corrección a aplicar son los siguientes:

- Temperatura.
Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86.
- Agrupamiento.
El número de circuitos que se van a precisar serán 10 estando ambos en contacto, por lo que el factor de agrupamiento a considerar será de 0,39.

El cálculo de la sección de los conductores se realiza teniendo para las condiciones de paso más desfavorables, es decir, cuando por el cableado pase un máximo poder activo de 210 kW.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección de los conductores que conformarán el cableado serán las determinadas en función de la tipología de la línea, siendo esta trifásica. En la siguiente tabla se recoge toda la información necesaria para la realización del correcto cálculo de las secciones de los conductores que conforman la línea.

Tabla 77. Información necesaria para el cálculo de los conductores del cuadro eléctrico del generador del módulo de cogeneración. Fuente: Elaboración propia.

Máximo poder activo por circuito (kW)	Tensión nominal (V)	Intensidad de diseño (A)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)
210	400	112,97	279,93	26,78	35

2.10.2.11. Cálculo del cableado del cuadro eléctrico del módulo de cogeneración.

El módulo de cogeneración instalado se trata de una instalación llave en mano, en la que el fabricante realiza por completo la instalación eléctrica de todos los elementos que conforman el módulo, incluidos los equipos eléctricos necesarios para el correcto funcionamiento de la caldera de combustión.

Dentro de los servicios del fabricante también se engloban la realización de los cálculos y consideraciones oportunas para llevar el cableado desde el módulo de cogeneración hasta la sala de cuadros eléctricos de la explotación. La única consideración a tener en cuenta es que estos cables eran agrupados de manera que estarán en contacto los unos con los otros y que la distancia de estos a las demás agrupaciones de cables de baja tensión ubicados en la zanja será de 0,125 m.

2.10.2.12. Cálculo del cableado desde cuadro general de baja tensión de explotación a transformador.

La potencia total instalada en la planta de producción de biogás se ha dividido en dos, estas divisiones son las siguientes:

- Potencia de equipos eléctricos del cuadro eléctrico de planta de producción de biogás.
Los equipos que van conectados a este cuadro, como se ha visto con anterioridad, se tratan de los equipos que han sido seleccionados en el presente proyecto, es decir, los equipos que están al alcance del proyectista, la potencia total de todos estos equipos 37.360,02 W.
- Potencia de equipos eléctricos que conforman el módulo de cogeneración.
Se tratan de los equipos eléctricos que conforman el módulo de cogeneración y se asegura del correcto funcionamiento del mismo, incluida la caldera de combustión. Dado que desconocen los equipamientos eléctricos que acompañan a módulo, no se han considerado en los cálculos eléctricos. De esta forma se ha considerado, que tiene una potencia nominal de 5 kW de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Por lo que para la realización del cálculo del cableado que va desde el transformador hasta el cuadro eléctrico general de baja tensión, cuya finalidad es alimentar tanto el cuadro eléctrico de la planta de producción de biogás como al cuadro eléctrico del

módulo de cogeneración, se ha tenido en cuenta que la potencia a requerir es de 42.360,02 kW.

La instalación del cableado se hará gracias a la existencia de uno de los tres tubos corrugados previamente instalados de 110 mm de diámetro.

Además de lo anteriormente citado, para el correcto cálculo de las secciones de los conductores que confirman el cable es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Material de conductor: Cobre.
- Tipo de aislamiento: Termofijo de polietileno de cadena cruzada (XPLE)
- Método de instalación: Cable multiconductor en conductos enterrados. (Instalación tipo D1).
- Número de conductores cargados: 3.
- Numero de circuitos: 1.

Los factores de corrección a aplicar son los siguientes:

- Temperatura.
Se ha considerado que la temperatura ambiente puede llegar hasta los 40 °C, debido a que, la temperatura máxima absoluta del año “tipo” realizado en el estudio climático del presente proyecto es de 36,8 °C, por lo que el factor de corrección a aplicar para este parámetro es 0,86.
- Agrupamiento.
Los tubos corrugados existente en la explotación están dispuestos de modo que no hay ninguna separación entre ellos, de manera que se encuentran en contacto, siendo el factor de corrección a aplicar de 0,85.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la sección de los conductores que conformarán el cableado serán las determinadas en función de la tipología de la línea, siendo esta trifásica. En la siguiente tabla se recoge toda la información necesaria para la realización del correcto cálculo de las secciones de los conductores que conforman la línea.

Tabla 78. Información necesaria para el cálculo de los conductores del cuadro eléctrico del generador del módulo de cogeneración. Fuente: Elaboración propia.

Máximo poder activo por circuito (kW)	Tensión nominal (V)	Intensidad de diseño (A)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección comercial (mm ²)
42.360,02	400	104,55	243,8	86,64	95

2.10.3. Tipo de cable.

En el presente proyecto se van a instalar cables de aislamiento RV-K 0,6/1 kV.

Los colores para la identificación de la tipología de los conductores se van a tratar de lo impuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, más concretamente en la Instrucción MIE-BT-023, siendo los colores para cada uno de los conductores:

- Fase 1: Marrón.
- Fase 2: Negro.
- Fase 3: Gris.
- Neutro: Azul.
- Protección: Amarillo verdoso.

2.10.4. Interruptores magnetotérmicos y diferenciales.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión es necesario proteger todos los circuitos de lo siguiente:

- Sobre intensidades (Instrucción MIE BT-020).
Para la protección de sobrecargas y cortocircuitos se instalarán interruptores automáticos magnetotérmicos. De esta manera la protección magnética protege a los circuitos contra corto-circuitos y la protección térmica protege a los circuitos contra sobrecargas. Los interruptores magnetotérmicos se elegirán de manera que su protección contra sobreintensidades se situé entre la intensidad admisible corregida por el conductor y la intensidad admisible que circula por la línea.
- Contra contactos directos e indirectos (Instrucción MIE-BT 021).
Para la protección de contactos indirectos se realizarán interruptores diferenciales ya que su función es la de detectar corrientes de defecto que puedan originarse en la instalación.

2.10.5. Variador de frecuencia.

Los variadores de frecuencia se tratan de un sistema de control, el cual controla la velocidad de rotación de un motor de corriente alterna, gracias a la manipulación de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Los variadores de frecuencia se instalan en los dos circuitos provenientes de las bombas sumergibles para controlar la potencia de estos y el caudal, ya que poseen una potencia nominal superior de la requerida para el flujo seleccionado. Para ello, se deberá seleccionar un variador tipo al modelo 406 de la marca VASCO, o similar, el cual posee las siguientes características técnicas:

Tabla 79. Características técnicas de variador de frecuencia.

Fuente: VASCO

Características técnicas	Unidad	Valor
Voltaje de entrada +/- 15%	V	3 x 400
Máximo voltaje de salida	V	3 x 400
Corriente máxima de salida	A	6
Potencia de trabajo del motor	kW	2,2

2.10.6. Equipos de medida.

La normativa vigente (Real Decreto 244/2019, de 5 de abril) por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, dictamina que “los sujetos acogidos a la modalidad de autoconsumo individual con excedentes no acogida a compensación, podrán acogerse a la siguiente configuración de medida, siempre que se garantice lo dispuesto en el apartado primero y permita el acceso a los equipos de medida por parte del encargado de la lectura:

- Un equipo de medida bidireccional que mida la energía horaria neta generada.
- Un equipo de medida que registre la energía consumida total por el consumidor asociado.”

Relegándonos al artículo 9 de dicha normativa “Contratos de suministro de energía en las modalidades de autoconsumo”, se podrá suscribir un único contrato de suministro conjunto, servicios auxiliares y para el consumo asociado. Por lo que únicamente será necesario la implementación de un equipo de medida bidireccional que mida la energía horaria neta generada.

Por lo que se dispondrá de un contador bidireccional de tipo trifásico de energía activa y reactiva, con tarificador. De acuerdo con la normativa, el contador se debe ubicar en un lugar donde se permita el acceso a los equipos de medida por parte del encargado de la lectura, por lo que su ubicación será en el módulo de cogeneración antes de que el cableado se introduzca en la zanja subterránea.

Para un adecuado cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la colocación del contador debe de cumplir la Instrucción MIE BT-015.

Se debe de instalar un contador tipo al contador modelo CONTAX D-10093-BUS de la marca ORBIS o similar. A continuación, se recogen las características técnicas más importantes:

Tabla 80. Características técnicas de contador bidireccional.

Fuente: ORBIS

Características técnicas	Unidad	Valor
Tensión de alimentación	V	400 V
Intensidad base e intensidad máxima	A	10 (100)
Consumo propio máximo	VA	1
Precisión energía activa	-	Clase 1 UNE-EN 62053-21
Precisión energía reactiva	-	Clase 2 UNE-EN 62053-23
Temperatura de funcionamiento	°C	-25 a 55
Grado de protección	-	IP20

2.10.7. Cuadros eléctricos.

Los subcuadros eléctricos están formados por armarios metálicos de distribución, donde se encuentran los cuadros de mandos. En las protecciones del cuadro eléctrico se deberá de colocar una placa metálica indicando de esta forma a que circuito pertenece dicha protección.

Los cuadros eléctricos que se encuentren al aire libre deberán de ir provistos de viseras eficaces para la protección contra la lluvia.

Los armarios de distribución instalados serán del tipo de armario de distribución del cuadro de control ubicado en la sala de ordenadores de la explotación, Rittal VX25, o similar, el cual posee las siguientes dimensiones:

Tabla 81. Dimensiones de cuadro eléctrico
Fuente: ORBIS

Característica	Unidad	Valor
Anchura	mm	800
Altura	mm	2000
Profundidad	mm	600

Todos los cables tendrán una instalación óptima para evitar el riesgo de incendio en la medida de lo posible.

2.11. Sistema de trituración y transporte de paja a tanque de mezclado.

2.11.1. Equipos de trituración.

El equipo encargado de triturar la paja antes de introducirla en el interior del tanque de mezclado será una trituradora que se conecte a la toma de fuerza del tractor tipo a la trituradora modelo TPF 15 de la marca Caravaggi, siendo su producción de 150 kg/min que ya cuenta con ella el promotor.

La trituradora cuenta con una criba de triturado de 2 mm para que se cumple la longitud óptima a la que se deben triturar la paja.

2.11.2. Equipo de dosificación.

Para la selección del equipo de dosificación se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- El dosificador debe de tener una capacidad mayor a 7,56 m³ para que únicamente se descargue el remolque una vez al día y evitar que el remolque se encuentre descargado continuamente.
- El dosificador debe de contener un dispositivo de control para controlar la velocidad de dosificación, ya que se debe de introducir una cantidad constante de paja en el tanque.

Por estos motivos se debe seleccionar un dosificador tipo al dosificador modelo 200/17 de la marca PUMPE, o similar, el cual posee las siguientes características principales:

Tabla 82. Características principales de dosificador
Fuente: PUMPE

Características	Valor
Potencia del motor	11 kW
Capacidad	17 m ³

2.11.3. Equipo de transporte.

El equipo de dosificación debe de ir unido a un transportador, el cual permita que desde el dosificador la paja se transporte hasta el tanque de mezclado.

Se seleccionará un transportador de tornillo sin fin tipo al transportador modelo 360 de la marca PUMPE el cual posee las siguientes características:

Tabla 83. Características principales de elevador de paja
Fuente: PUMPE

Característica	Valor
Caudal máximo	12 m ³ /h
Diámetro del tornillo	250 mm
Altura	3.5 m
Potencia del motor	2.5 kW

2.12. Equipos de seguridad de la planta.

2.12.1. Introducción.

Por motivos de seguridad, la planta de producción de biogás del presente proyecto debe de ir dotada de una serie de elementos de seguridad. Siendo los elementos de seguridad que se sitúan en el presente proyecto los que se redactan a continuación.

2.12.2. Antorcha.

En la planta se debe instalar un elemento de seguridad que permita que el biogás se evacue a la atmosfera si existe algún problema interno relacionado con el mismo.

Para la selección de la antorcha de seguridad se ha tenido en cuenta que tiene que ser capaz de quemar todo el biogás generado en caso de avería. Por ello, se debe seleccionar una antorcha que pueda quemar un total de 57,32 m³/h

(C.N), que se traduce en 64.99 m³/h en condiciones de operación (35 °C). Siendo la antorcha tipo a la antorcha abierta de la marca HOFSTETTER modelo IFL1C 120, o similar, que se trata de una antorcha de combustión cerrada con una eficiencia de combustión mayor del 99%, esta antorcha posee las siguientes características:

Tabla 77. Características principales de antorcha de seguridad
Fuente: PUMPE

Característica	Unidad	Valor
Caudal máximo de biogás	m ³ /h (C.N)	120
Potencia máxima del quemador	kW	900
Brida de conexión	DN/PN	65/16
Presión mínima de entrada	mbar	25
Concentración de metano	%	55-75 vol.
Temperatura de combustión	°C	850
Nivel de ruido a plena carga	dB	< 65
Consumo eléctrico	kW	1
Peso	kg	500
Altura	m	6,7
Diámetro	m	0,8

2.12.3. Válvula de seguridad en el gasómetro.

Por razones de seguridad obvias, tanto en el gasómetro como en la cubierta del digestor, se debe de instalar una válvula de alivio para la presión exigida y para la presión negativa para que no se produzcan cambios de presión que pudieran producir defectos en la membrana exterior.

Por este motivo, se ha seleccionado una válvula de alivio de presión y vacío con parallamas incluido, de modo que dicha válvula se abre cuando la membrana llega a una presión consigna establecida de 20 mbar. Protege del vacío y presión elevada y además al contar con parallamas, la válvula también protege de accidentes por ignición de gas.

Por lo que se deben de instalar una válvula con las características anteriormente descritas tipo a la válvula de alivio de vacío y presión con parallamas del modelo 5810B de la marca Varec Biogás, o similar.

ANEJO VIII: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ÍNDICE ANEJO VIII: INSTALACION DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1.Introducción.....	1
2.Caracterización del establecimiento industrial.....	1
2.1. Introducción.....	1
2.2. Sectorización.....	1
2.3. Procedimiento de cálculo de nivel de riesgo.....	2
2.3. Calculo el nivel de riesgo.....	5
3.Instalaciones de protección contra incendios.....	8
3.1. Introducción.....	8
3.2. Sistema automático de detección de incendios.....	8
3.3. Sistemas manuales de alarma de incendio.....	8
3.4. Sistemas de comunicación de alarma.....	9
3.5. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.....	9
3.6. Extintores de incendio.....	9
3.7. Sistema de bocas de incendio equipadas.....	9
3.8. Otros elementos no precisados.....	10
3.9. Señalización.....	10
4. Requisitos constructivos.....	10
4.1. Justificación de la máxima superficie admisible por sector.....	10
4.2. Materiales.....	10
4.3. Estabilidad del fuego de elementos estructurales portantes.....	11
4.4. Evacuación de los establecimientos industriales.....	11

1.Introducción.

El presente proyecto debe de estar de acuerdo con el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

2.Caracterización del establecimiento industrial.

2.1. Introducción.

La seguridad contra incendios de los establecimientos del presente proyecto viene determinada por su configuración y su ubicación con relación a su entorno, así como el nivel de riesgo de incendio intrínseco.

En el establecimiento industrial del presente proyecto coexisten varias configuraciones, de manera que se aplicaran los requisitos del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales de forma diferenciada.

2.2. Sectorización.

Las edificaciones que se presentan en el proyecto son las siguientes:

- Digestor anaerobio.
- Tanque de mezclado.

Pero, por otra parte, se ha considerado que la sectorización de los establecimientos industriales por zonas, por lo que se muestra la sectorización que se ha considerado:

Tabla 1. Sectorización considerada del establecimiento industrial.
Fuente: Elaboración propia.

Establecimiento-sectorización	Configuración	Superficie (m ²)
Digestor anaerobio	Tipo B	219.91
Área de mezcla de sustrato	Tipo E	229.27
Área de purificación de biogás y generación de energía	Tipo E	131.52

- Se ha considerado que el digestor anaerobio tiene una configuración tipo B. Para justificar dicha configuración, primero se mostrará la definición de la configuración de tipo B: “el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que esta adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industria o bien para otros usos”. Teniendo en cuenta la siguiente definición, se trata de la configuración que más se adecua al digestor, ya que se va a estar adosado a otro establecimiento considerado el cual se trata del área de purificación de biogás y producción de energía.

- El área de mezcla de sustratos engloba todos los elementos necesarios para la correcta mezcla de los sustratos añadidos para la realización de la co-digestión, donde se tiene en cuenta el tanque de mezclado, el dosificador y el elevador. Se ha seleccionado una configuración tipo E, ya que se trata de la configuración que mejor se acopla a esta área, siendo su definición la siguiente: “establecimiento industrial que ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cerrado (hasta un 50% de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte de la cubierta carece totalmente de cerramiento lateral”
- El área de purificación de biogás y generación de energía engloba todos los equipos necesarios para la correcta purificación del biogás antes de entrar a los equipos de producción de energía y los equipos de producción de energía, seleccionando la configuración tipo E por los motivos señalados con anterioridad.

2.3. Procedimiento de cálculo de nivel de riesgo.

El anexo I del Real Decreto 2267/2004 señala que los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

Para la configuración tipo B se considera “sector de incendio” el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Para la configuración tipo E se considera que la superficie ocupada constituye un “área de incendio” abierta, definida solamente por su perímetro.

- Nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio.
Calculando la siguiente expresión se determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de dicho sector o área de incendio:

$$Q_S = \frac{\sum_1^i G_{Si} q_i C_i}{A} R_A (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Siendo:

- Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio (MJ/m^2 o $Mcal/m^2$).
- G_i : masa de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio (kg).
- q_i : poder calorífico de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.
- C_i : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad en función de la combustibilidad de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio. Los valores de este coeficiente

pueden deducirse en la tabla 1.1 “Grado de peligrosidad de los combustibles” del anexo I.

- R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector o área de incendio. Los valores de este coeficiente pueden deducirse a partir de la tabla 1.2 “Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgos de activación asociado”
- A: superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio (m^2)

Como alternativa a esta ecuación, se puede evaluar la densidad de carga de fuego con las siguientes expresiones:

- Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta a la de almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el apartado anterior, lo único que cambia es lo siguiente:

- q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (MJ/m^2 o $Mcal/m^2$) Estos valores se pueden obtener en la tabla 1.2 del anexo I.
- S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m^2 .
- Para actividades de almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} h_i S_i}{A} R_a (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el apartado anterior, lo único que cambia es lo siguiente:

- q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m^3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de

incendio (MJ/m^3 o Mcal/m^3). Estos valores pueden obtenerse de la tabla 1.2 del anexo I.

- h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles (m).
 - s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio (m^2).
- Nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores o áreas de incendio de un establecimiento industrial.
Calculando la siguiente expresión se determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} (\text{MJ}/\text{m}^2) \text{ o } (\text{Mcal}/\text{m}^2)$$

Siendo:

- Q_e ; densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial (MJ/m^2 o Mcal/m^2).
 - Q_{si} ; densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio que componen el edificio industrial (MJ/m^2 o Mcal/m^2).
 - A_i : superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio que componen el edificio industrial (m^2).
- Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial.
El nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio se evalúa calculando la siguiente expresión.

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{ei} A_{ei}}{\sum_1^i A_{ei}} (\text{MJ}/\text{m}^2) \text{ o } (\text{Mcal}/\text{m}^2)$$

Siendo:

- Q_E = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial (MJ/m^2 o Mcal/m^2).
- Q_{ei} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial en MJ/m^2 o Mcal/m^2 .

- A_{ei} = superficie construida de cada uno de los edificios industriales o áreas de incendio que componen el establecimiento industrial (m^2).

2.3. Cálculo el nivel de riesgo.

Para el cálculo del nivel de riesgo de incendio es necesario el cálculo de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida.

A continuación, se mostrará el proceso que se ha llevado en cuenta para el cálculo de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de cada sector/área de incendio y densidad de carga de fuego ponderada y corregida de todo el establecimiento industrial.

- Digestor anaerobio.

Para el cálculo del nivel de riesgo de incendio en el gasómetro (cubierta del digestor anaerobio) se ha usado la expresión que determina el nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio:

- Masa del biogás: Para determinar la masa de biogás se ha tenido en cuenta la situación más desfavorable, es decir, cuando en el gasómetro se llena por completo de biogás, siendo esta de 1600 kg.
- Poder calorífico del biogás: 18 MJ/kg
- Configuración: Tipo B.
- Superficie construida del sector de incendio(A):261.92 m^2
- Coeficiente del grado de peligrosidad de los combustibles (C_i): 1
- Coeficiente en función de la actividad que se desarrolla (R_a): 2.

Por lo que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida se trata de 219.91 MJ/ m^2 .

- Área de mezcla de sustrato.

Para el cálculo del nivel de riesgo de incendio en el gasómetro se ha tenido en cuenta el dosificador, el elevador y el motor del agitador, los cuales se engloban dentro de la actividad de motores eléctricos, en la tabla 1.2 del anexo I viene determinado la densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales por lo que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida es de 300 MJ/ m^2 , ya que en esta área presenta motores eléctricos.

Una vez determinada la densidad de carga de fuego, pondera y corregida, del área donde se presentan los motores eléctricos, se calcula la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de toda el área de mezcla de sustrato, los datos necesarios para el cálculo de esta densidad de carga vienen recogidos en la siguiente tabla.

Tabla 2. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida de las diferentes subáreas del área de mezcla del sustrato. Fuente: Elaboración propia.

Subárea	Superficie	Configuración	Actividad	Q_s (MJ/m ²)	C_i	R_a	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida (MJ/m ²)
Área de adicción de paja	28.21	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300
Área de tanque de mezclado	201.06	Tipo E	-	-	-	-	-
Área total	229.27	Tipo E					36.91

- Área de purificación de biogás y generación de energía.

El área de purificación de biogás y generación de energía se puede dividir en las siguientes subáreas:

- Área de purificación del biogás
- Módulo de cogeneración.
- Antorcha de seguridad.

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de las diferentes áreas vienen determinadas en la siguiente tabla.

Tabla 3. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida de las diferentes subáreas del área de purificación y generación de energía. Fuente: Elaboración propia.

	(m ²)			(MJ/m ²)			de fuego ponderada y corregida (MJ/m ²)
Área de purificación de biogás	11,41	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300
Módulo de cogeneración	73.,20	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300
Antorcha de seguridad	1	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300

Una vez determinada la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de las diferentes subáreas que conforman esta área, se calcula la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del área total, teniendo en cuenta que al área total de este sector es de 148,4648 m². Por lo que la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de esta área es de 172.99 MJ/m².

- Establecimiento industrial en su totalidad.
Para determinar la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de todo el establecimiento industrial se debe tener en cuenta el área total de dicho establecimiento, siendo esta de 1789.33 m². Por lo que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida es de 51,15 MJ/m².

Para determinar el nivel de riesgo de cada establecimiento se utiliza la tabla 1.3 del Anexo I del Real Decreto nombrado con anterioridad, donde se fija el nivel de riesgo intrínseco a partir de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida. A continuación, se mostrará el nivel de riesgo de cada área y de todo el establecimiento industrial.

Tabla 4. Nivel de riesgo de incendio de cada área y de todo el establecimiento en conjunto. Fuente: Elaboración propia.

Establecimiento-sectorización	Configuración	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida (MJ/m ²)	Nivel de riesgo intrínseco
Digestor anaerobio	Tipo B	219.91	BAJO-1
Área de mezcla de sustrato	Tipo E	36.91	BAJO-1
Área de adicción de paja	Tipo E	300	BAJO-1
Área de purificación de biogás y generación de energía	Tipo E	221.97	BAJO-1
Área de purificación de biogás y generación de energía	Tipo E	300	BAJO-1
Módulo de cogeneración	Tipo E	300	BAJO-1
Antorcha de seguridad	Tipo E	300	BAJO-1
Establecimiento industrial		51,14	BAJO-1

3.Instalaciones de protección contra incendios.

3.1. Introducción.

Los aparatos, equipos, sistemas y componentes de que conforman la instalación de protección contra incendios, así como su ejecución puesta en funcionamiento y mantenimiento de estos deben de cumplir con lo impuesto en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se debe disponer de los certificados de mantenimiento conforme a la norma UNE 23580 sobre seguridad contra incendios.

Los aparatos, equipos, sistemas y componentes que conforman instalación de protección contra incendios del presente proyecto se deben de cumplir el anexo III “Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales” del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

3.2. Sistema automático de detección de incendios.

En el presente proyecto no se dispondrá de ningún sistema automático de detección de incendios debido a que en ninguno de los sectores que se ha considerado es necesario la implantación de estos, debido a las razones que se explican a continuación.

En las condiciones de configuración tipo E, en ningún caso es de obligado cumplimiento la instalación de un sistema automático de detección contra incendios, en cambio, en las configuraciones tipo B, digestor anaerobio, donde la actividad de se trata del almacenamiento es necesario incluir un sistema automático de detección contra incendios cuando su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

El digestor anaerobio se ha calificado como poseedor de un nivel de riesgo intrínseco bajo (BAJO-1) y su superficie construida es menor a 500 m², por lo tanto, en ningún caso sería necesario la implantación de un sistema automático de implantación de incendios.

3.3. Sistemas manuales de alarma de incendio.

En los sectores de incendio, sectores previamente definidos, es de obligado cumplimiento la instalación de sistemas manuales de alarma de incendio debido a que no se requiere de la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Por lo que se colocara un sistema manual de alarma de incendio en:

- Digestor anaerobio.
- Módulo de cogeneración.
- Tanque de mezclado.

Siendo la distancia máxima para recorrer desde cualquier punto del establecimiento hasta alcanzar un pulsador menor de 25 metros.

3.4. Sistemas de comunicación de alarma.

En el presente proyecto no se instalará un sistema de comunicación de alarma debido a que la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial no es igual a 10000 m² o superior.

3.5. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.

No será necesario instalar un sistema de agua contra incendios debido a que no se necesita instalar hidrantes exteriores ya que, ninguno de los sectores considerados, cumplen con los requisitos mostrados a continuación:

Tabla 5. Requisitos para la instalación de hidrantes exteriores.

Fuente: Elaboración propia.

Configuración	Requisito
Tipo B BAJO	Superficie del sector $\geq 3500 \text{ m}^2$
Tipo E BAJO	Superficie del sector $\geq 5000 \text{ m}^2$

3.6. Extintores de incendio.

Se instalan extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial, por lo que se instalara un extintor en las siguientes localizaciones:

- Módulo de cogeneración.
- Tanque de mezclado.
- Digestor anaerobio.

Los extintores instalados se realizarán de forma voluntaria ya que según el Real Decreto 2267/2004 todas las áreas de incendio de los establecimientos industriales, de tipo E y tipo D, excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo intrínseco sea BAJO-1, siendo la eficacia mínima de los extintores instalados de 21A.

Además, los extintores se localizarán en un emplazamiento que sea fácilmente visible y accesible, situándose en los puntos donde se considere mayor la posibilidad de iniciarse el incendio y siendo el recorrido máximo horizontal desde cualquier punto del sector de incendio hasta uno de ellos sea menor a 25 m.

3.7. Sistema de bocas de incendio equipadas.

No será necesario la instalación de un sistema de cocas de incendio equipadas debido a que en las configuraciones de los sectores considerados únicamente se instalan si poseen los siguientes requisitos:

- Se ubicarán en edificios de tipo B si su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 200 m² o superior.
- Se ubicarán en establecimientos de configuraciones de tipo E cuando su nivel de riesgo intrínseco sea alto y la superficie ocupada sea de 5000 m² o superior.

3.8. Otros elementos no precisados.

Debido a las características de los sectores considerados, su nivel de riesgo intrínseco y su configuración en el presente proyecto no se precisan de los siguientes elementos:

- Sistema de columna seca.
- Sistema de rociadores automáticos de agua.
- Sistema de agua pulverizada.
- Sistema de espuma física.
- Sistema de extinción por polvo.
- Sistema de extinción por agentes extintores gaseosos.
- Sistema de alumbrado de emergencia.

3.9. Señalización.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual se señalarán en caso de que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona a la que protegen. Para dicha señalización se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/197, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

4. Requisitos constructivos.

4.1. Justificación de la máxima superficie admisible por sector.

Como se ha comentado con anterioridad la configuración de tipo B, digestor anaerobio, constituye un sector de incendio, mientras que el resto de los establecimientos considerados de la planta de producción de biogás se trata de área de incendio debido a que adoptan una configuración de tipo E.

La máxima superficie construida admisible de cada sector viene determinada por la tabla 2.1 “Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio” del anexo II “Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco” del Real Decreto 2267/2004 siendo la máxima superficie construida admisible para un riesgo intrínseco BAJO-1 y una configuración tipo B de 6000 m², por lo que la construcción del digestor anaerobio es admisible.

4.2. Materiales.

A continuación, se determinará los productos utilizados como revestimiento, en las edificaciones del presente proyecto, los cuales vienen determinados por el Real Decreto 2267/2004.

- Paredes interiores del digestor.
Las paredes interiores del tanque de mezclado no van a ir provistas de ningún revestimiento debido a que en el interior de dicho tanque se sitúa únicamente líquido no combustible, mezcla de purín y paja. En cambio, las paredes interiores del digestor anaerobio van a ir dotadas de un revestimiento C-s3 d0 (M2) o más favorables debido a que la parte superiores de las paredes está libre de sustrato y en contacto con el biogás.

4.3. Estabilidad del fuego de elementos estructurales portantes.

Este punto engloba las vigas de celosía ubicadas en el interior del digestor anaerobio, las cuales deberán de sujetar los cuatro agitadores necesarios para la correcta agitación del sustrato.

La estabilidad al fuego que debe de tener la viga de celosía no poseerá un valor inferior al indicado en la tabla 2.2 “Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes” del anexo “Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco” del Real Decreto 485/19.

Por lo que, al tratarse de una configuración tipo B, poseer un nivel de riesgo intrínseco bajo y ubicarse la viga de celosía en planta sobre rasante la estabilidad al fuego debe de ser R 90 o superior.

4.4. Evacuación de los establecimientos industriales.

En condiciones normales de ocupación, en los sectores del establecimiento industrial la ocupación va a ser nula ya que el funcionamiento de la planta de producción de biogás se encuentra totalmente automatizado y se va a llevar a cabo desde la explotación porcina a la que da servicio dicho proyecto, el único trabajador que tiene contacto con la planta de producción de biogás es el encargado de descargar la paja al dosificador.

Pero, se ha optado por considerar la presencia de una persona en cada sector del establecimiento en el caso de ser necesario el mantenimiento de los equipos e instalaciones.

Para determinar la ocupación teórica cuando las personas son menos a 100 en cada sector del establecimiento se usa la siguiente expresión:

$$P = 1,10 \times p$$

Siendo:

- P: ocupación teórica
- p: número de personas.

Los valores obtenidos para P se redondearán al entero inmediatamente superior. A continuación, se recoge en una tabla la ocupación teórica de cada sector.

Tabla 6. Ocupación teórica de cada sector.

Fuente: Elaboración propia.

Establecimiento - Sectorización	Número de personas	Ocupación teórica
Digestor anaerobio	1	2
Área de mezcla de sustrato	1	2
Área de purificación de biogás y generación de energía	1	2

La distancia máxima de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio del establecimiento industrial se trata de 50 m, esta distancia viene condicionada por los siguientes factores:

- Al ser la ocupación inferior a 25 personas de cada sector.
- El nivel de riesgo intrínseco es bajo.
- Cada sector poseerá una salida de recorrido único.

La distancia de los recorridos de evacuación se cumple en todos los casos.

ANEJO IX: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE IX: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. Introducción.....	1
2. Repercusiones de la actividad en el medio ambiente.	1
2.1. Emisiones líquidas.	1
2.2. Emisiones gaseosas.	1
2.3 Impacto sonoro.	2
3. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas y ambientales. ..	3
3.1 Estudio del estado del lugar.....	3
3.2. Identificación de los aspectos ambientales afectados por el proyecto.....	3
3.3. Matriz de impacto ambiental.	4
4. Medidas correctoras.....	7
4.1. Emisiones líquidas.....	7
4.2. Emisiones atmosféricas.	7
4.3. Contaminación acústica.	7
4.4. Impacto visual.....	7
5.Conclusiones.....	7

1. Introducción.

Este anejo indica las repercusiones que puede tener el presente proyecto en el medio ambiente debido a las actividades que desarrolla como por el diseño que posee, así como las consideraciones ambientales que hay que tener en cuenta para el diseño y construcción de la planta.

2. Repercusiones de la actividad en el medio ambiente.

2.1. Emisiones líquidas.

Las emisiones líquidas del presente proyecto van a ser muy limitadas debido a que únicamente se utiliza biogás como fuente de generación de energía. Por este motivo, las únicas emisiones líquidas que podrá haber en la planta se tratan de las emisiones producidas por los aceites utilizados para la correcta lubricación del motor de cogeneración, así como para el correcto mantenimiento de los equipos existentes en la planta.

2.2. Emisiones gaseosas.

Los focos principales que generan emisiones gaseosas son los siguientes:

- Motor de cogeneración.
Debido al uso de un motor de cogeneración para la obtención de energía se producen emisiones contaminantes a la atmosfera, la composición de estas emisiones se limita a prácticamente dos contaminantes que se tratan del NOX y el CO, como se ha mencionado en el apartado de las especificaciones técnicas de la unidad de cogeneración, del Anejo VII “Ingeniería de las obras”, estas emisiones son las siguientes:

Tabla 1. Emisiones del motor de cogeneración.
Fuente: INDOP

Emisiones(100% de carga)	Unidad	Valor
Monoxido de carbono (CO)	mg/Nm ³	< 300
Oxidos de nitrogeno (NOx)	mg/Nm ³	< 500

Estas emisiones se controlarán con una chimenea previamente instalada por el fabricante en el módulo de cogeneración, de manera que los gases generados, gracias a una válvula de tres vías, se destinan directamente a la atmosfera o a la caldera de recuperación.

Los niveles de emisión permitidos vienen determinados por el Real Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección de ambiente atmosférico de manera que nuestra instalación de cogeneración se clasifica dentro del grupo B, 2.1.1 “Centrales térmicas convencionales de potencia inferior a 50MW” siendo los límites de emisiones de este tipo de centrales recogidos en el anexo IV “Niveles de emisión de contaminantes a la atmosfera para las principales actividades industriales

potencialmente contaminadores de la atmosfera”. A continuación de muestra una tabla con los límites previamente mencionados:

Tabla 2. Límites de emisiones contaminantes a la atmosfera.
Fuente: R.D 833/1975

Contaminantes	Unidad	Valor
Partículas solidas	mg/Nm ²	500
Opacidad	Escala de Ringelman <1	<2
SO2	mg/Nm ²	200

Los valores de emisiones de los parámetros señalados en la tabla anterior, para el motor de cogeneración con un régimen de carga del 100% son los siguientes:

Tabla 1. Emisiones de contaminantes a la atmosfera. Fuente: INDOP.

Contaminantes	Unidad	Valor
Partículas solidas	mg/Nm ²	0
Opacidad	Escala de Ringelman <1	<1
SO2	mg/Nm ²	0

- Caldera de combustión.
El fabricante, nos indica que las emisiones de NOx de la caldera de combustión van a ser menores a <56mg/kWh. Estas emisiones se controlan destinándolas a la chimenea del módulo de cogeneración que se conecta gracias al tubo de ventilación que posee la caldera.
- Antorcha de seguridad.
Cuando la unidad de cogeneración o la caldera de biogás se encuentran fuera de funcionamiento, el biogás se quemará en una antorcha generando las respectivas emisiones.

2.3 Impacto sonoro.

La normativa a aplicar referente al impacto sonoro de la instalación viene determinada tanto por la normativa municipal como por el Decreto 3/1995 de Castilla y León, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones a cumplir por los niveles sonoros o de vibraciones producidos en actividades clasificadas. Las diferentes áreas en las que se producen ruidos son las siguientes:

- Área de mezclado.
El ruido producido por los equipos de esta área será menor de 65 dB (A), los equipos que producirán ruido en esta área son los siguientes:
 - Agitador de tanque de mezclado.
 - Elevador.
 - Dosificador.
 - Bomba sumergible.

- Digestor anaerobio.
El ruido producido por los equipos del digestor anaerobio será menor a 65 dB (A), siendo los equipos que producirán ruido los siguientes:
 - Agitadores ubicados en el interior del digestor.
 - Soplante de aire.
 - Bomba sumergible.
- Área de purificación y producción de biogás.
Los equipos ubicados en esta área producirán un nivel de ruido inferior a 65 dB (A), menos el motor de cogeneración que produce un ruido de 104.1 dB(A). Los equipos que producirán ruido en esta área aparecen a continuación, siendo el principal foco sonoro de esta área, y de toda la planta el motor-generador.
 - Antorcha de seguridad.
 - Deshumidificador.
 - Motor-generador.

3. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas y ambientales.

3.1 Estudio del estado del lugar.

La planta de producción de biogás se ubicará dentro del recinto de la explotación porcina a la que da servicio, en el término municipal de El Cubo de la Solana.

El proyecto únicamente modificara el lugar con la construcción de la planta siendo la emisión de sus gases de escape inferior a los límites impuestos por la normativa aplicable y los ruidos inferiores a los límites establecidos por la normativa aplicable.

3.2. Identificación de los aspectos ambientales afectados por el proyecto.

- Población humana.
La población humana no se afectada por la realización de este proyecto ya que la distancia más próxima de un núcleo de población a la planta se trata de El Cubo de la Solana y se considera que está suficientemente alejada del mismo.
- Fauna, flora y vegetación.
La fauna, flora y vegetación del entorno no se ven afectada por la ejecución del proyecto, pero en la fase de operación puede afectarse por acciones de contaminantes y por el aumento del riesgo de incendio en los digestores debido al almacenamiento del biogás.
- Suelo.
Únicamente se verá afectado el suelo donde se realiza la ejecución del proyecto ya que ya existen todos los accesos para llegar hasta el lugar donde se ubicará la planta.
- Agua.
El agua no se ve afectada por la ejecución y actividad del presente proyecto, ya que no existen ni aguas superficiales ni aguas subterráneas alrededor del entorno de actividad de la planta de producción.

- Aire.
La atmosfera recibirá las emisiones gaseosas mencionadas anteriormente siendo estas inferiores a los niveles límites establecidos por la normativa.
- Clima.
El clima de la zona no sufrirá ningún tipo de variación debido a la ejecución y actividad del proyecto.
- Paisaje.
La planta de producción de biogás provoca visibilidad e intrusión visual ya que el paisaje se va a ver modificado debido a la construcción del digestor anaerobio, ya que posee una altura total de 11.96 m, por lo que se deberán de adoptar una serie de medidas para reducir el impacto visual que provoca el digestor.
- Estructura y función de los ecosistemas presentes en el área.
La estructura y función de los ecosistemas presentes en el área no se ven afectadas por la ejecución ni por la actividad del proyecto.
- Patrimonio histórico-artístico y arqueológico.
El patrimonio histórico-artístico y arqueológico de la zona no se ve afectado por la ejecución del proyecto.
- Condiciones de sosiego público y relaciones sociales.
No existe la posibilidad de molestar de ninguna manera a la población urbana, ya que el núcleo de población, como se ha comentado anteriormente, se encuentra a una distancia considerable, desde donde no se vería el digestor, no se escucharían los ruidos producidos y no llegarían ningún tipo de olores.
- Otros factores.
No se ha considerado que haya ningún otro factor afectado respecto a la ejecución y actividad del proyecto.

3.3. Matriz de impacto ambiental.

La matriz que se va a representar a continuación se trata de matrices de doble entrada que elaboran con la información del presente proyecto.

En la matriz se expondrán diferentes impactos los cuales serán evaluados y clasificados según la tabla que aparece a continuación para obtener la importancia de las consecuencias ambientales de dicho impacto aplicando la siguiente expresión:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$$

Siendo:

- IN: Intensidad
- MO: Momento.
- RV: Reversibilidad.
- AC: Acumulación.
- PR: Periodicidad.
- EX: Extensión.
- PE: Persistencia.

- SI: Sinergia.
- EF: Efecto.
- RC: Recuperabilidad.

Los atributos designados para la valoración del impacto ambiental se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Atributos designados para la valoración de impacto ambiental.
Fuente: Evaluación de impacto ambiental en biodigestores anaeróbicos en el SENA

NATURALEZA		INTENSIDAD	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
		Media	2
Impacto perjudicial	-	Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN	
Sin Sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	3		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto	1	Irregular o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (RC)		Si $I \leq 25$ impacto irrelevante Si $25 > I \leq 50$ impacto moderado Si $50 > I \leq 75$ impacto severo Si $I \geq 75$ impacto crítico	
De manera inmediata	1		
A medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Por lo que la matriz de impacto ambiental queda como se muestra en la siguiente página:

Factor	Etapa	Impacto	Actividad	"+/- "	IN	EX	MO	SI	A C	EF	PE	RV	PR	RC	VALOR	CLASIFICACION
Geología y Geomorfología	Construcción	A1	Alteración de la cubierta terrestre	-1	2	1	1	3	1	1	4	3	1	1	24	Irrelevante
			Movimiento del suelo	-1	2	1	1	3	1	1	4	2	1	2	24	Irrelevante
			Desmante y relleno	-1	2	2	1	3	1	4	4	1	1	2	27	Moderado
			Actuaciones sobre el paisaje	-1	4	2	1	3	2	4	4	2	1	2	35	Moderado
			Modificación del hábitat	-1	1	1	1	3	1	1	4	3	1	2	22	Irrelevante
Condiciones biológicas	Operación	B1	Utilización de abonos	1	8	2	1	3	2	4	4	1	4	1	48	Moderado
			Reciclado de residuos	1	8	2	1	3	2	4	4	1	4	1	48	Moderado
			Emisiones de gases	-1	4	1	1	3	4	4	4	3	4	3	41	Moderado
Procesos		C5	Fertilización	1	12	2	1	3	4	4	4	1	4	1	62	Severo
			Vertido de efluentes líquidos	-1	4	2	1	3	4	4	4	3	4	3	42	Moderado
		C4	Elaboración de biocombustibles	1	12	2	1	3	4	4	4	3	4	2	65	Severo
			Incendios	-1	8	1	2	3	4	4	2	3	1	3	49	Moderado
			Escapes y fugas	-1	4	1	2	3	4	4	2	3	1	3	37	Severo

4. Medidas correctoras.

4.1. Emisiones líquidas.

Estos aceites deberán de ser almacenados de forma correcta en depósitos especiales diseñados para ello, estos depósitos deben de ser correctamente gestionados a partir de una empresa gestora autorizada de aceites usados.

4.2. Emisiones atmosféricas.

El módulo de cogeneración viene previsto de una chimenea la cual posee las siguientes características:

- Altura: 6 m.
- Diámetro: 1.35 m.
- Temperatura de salida de gases: 170 °C.
- Velocidad de salida de gases: 10,6 m/s.

La altura de la chimenea instalada por el fabricante cumplirá todos los requisitos impuestos por la normativa de aplicación.

4.3. Contaminación acústica.

Para evita el impacto sonoro del motor de cogeneración, el módulo viene instalado con un silenciador a la salida de los gases de escape, con el silenciador el fabricante asegura que el nivel sonoro en el exterior del módulo de cogeneración es < 70 dB (A).

Así mismo, las vibraciones producidas por el motor-generator, se evitan con los soportes antivibratorios instalados entre la solera del módulo y estos elementos.

4.4. Impacto visual.

Para reducir el impacto visual del digestor anaerobio, se ha optado por atornillar los paneles sándwich una chapa de acero de color ocre, reduciendo de este modo el impacto visual.

El color de la chapa ondula se ha seleccionado ocre debido a que el resto de los edificios de la instalación están pintados con ese color, por lo que el impacto visual será menor si el digestor se pinta de ese color que si se pinta de cualquier otro.

5. Conclusiones.

Los impactos producidos por el presente proyecto, una vez realizadas las medidas correctoras, se tratan de impactos que posee un efecto moderado de manera que es 100% compatible con el entorno donde se realizará.

Se debe de tener en cuenta que las emisiones atmosféricas principales son provocadas por el motor-cogeneración necesario para la producción de energía eléctrica que se irá destinada a la explotación porcina, teniendo un alto rendimiento y unas emisiones atmosféricas muy por debajo del nivel limite.

Así mismo, es de total recomendación adoptar las siguientes medidas una vez que la planta se encuentre en funcionamiento:

- Los depósitos de digestato y purín no deben de mostrar ningún tipo de riesgo de filtraciones, ya que si no se contaminarían las aguas subterráneas existentes.

- El digestato únicamente se aplicará a tierras de cultivo, evitando la aplicación de este en zonas naturales.
- En caso de que se produzcan derrames accidentales de purín, se diseñara un Plan de Emergencia para que de esta manera el digestato no sea esparcido de manera inmediata al suelo.

**ANEJO X: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y
SALUD.**

ÍNDICE X: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Objeto del Estudio básico de Seguridad y Salud.	1
2. Memoria informativa.	1
2.1. Denominación de la obra.	1
2.2. Emplazamiento de la obra.	2
2.3. Promotor de la obra.	2
2.4. Coordinador de seguridad y salud en la fase de proyecto.	2
2.5. Plazo de ejecución de la obra.	2
2.6. Personal previsto.	2
2.7. Climatología.	2
2.8. Accesos a las obras.	2
2.9. Centros asistenciales más próximos a la obra.	2
3. Descripción de la obra.	3
3.1. Descripción de la obra.	3
3.2. Servicios afectados.	3
3.3. Maquinaria prevista.	4
3.4. Instalaciones de obra.	4
3.5. Conexión a la red eléctrica.	4
3.5.1. Normas preventivas.	5
3.6. Información necesaria.	9
3.7. Medios auxiliares.	9
4. Servicio de prevención.	9
5. Delegados de prevención y comité de Seguridad y Salud.	9
6. Formación, información consulta y participación.	9
6.1. Formación e información.	9
6.2. Delegado de prevención.	10
6.3. Manual de prevención de la empresa.	10
6.4. Libro de incidencias.	10
6.5. Fondo documental.	10
7. Servicios sanitarios y comunes.	10
7.1. Asistencia a los accidentados.	10
7.2. Servicio médico.	10
7.3. Botiquín de obra.	10
7.4. Comedores.	10
7.5. Vestuarios.	11

7.6. Servicios comunes.....	11
7.7. Primeros auxilios.	11
7.8. Asistencia a los accidentados.	11
8. Revisiones del Plan de Seguridad y Salud.	12
9. Protección contra incendios.	12
10. Medidas de protección y riesgos en las actividades de la obra.....	13
10.1. Movimiento de tierras.....	13
10.1.1. Descripción de las obras.	13
10.1.2. Riesgos más comunes.	13
10.1.3. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento. ...	14
10.1.4. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el movimiento de tierras.....	14
10.1.5. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el trabajo con máquinas.	15
10.1.6. Equipos de protección individual.	16
10.2. Colocación de tubos.	16
10.2.1. Descripción de la unidad de obra.	16
10.2.2. Riesgos más comunes.	16
10.2.3. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento. ...	16
10.2.4. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para la instalación de tuberías.....	17
10.2.5. Equipos de protección individual.	18
10.3. Hormigonado de cimientos muros y losas.....	18
10.3.1. Descripción de la unidad de obra.	18
10.3.2. Riesgos más comunes.	18
10.3.3. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento. ...	18
10.3.4. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el vertido de hormigones mediante camiones-bomba de hormigón.	18
10.3.5. Equipos de protección individual.	19
10.4. Reposiciones.....	19
10.4.1. Descripción de la unidad de obra.	19
10.4.2. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento. ...	19
10.4.3. Normas generales de seguridad de obligado cumplimiento para el trabajo con máquinas.....	20
10.4.4. Normas de seguridad de especial atención.	20
10.4.5. Equipos de protección individual.	21
10.5. Línea eléctrica enterrada y aérea.....	21
10.5.1. Descripción de la unidad de obra.	21
10.5.2. Riesgos más comunes.	22

10.5.3. Normas de seguridad para contactos eléctricos directos e indirectos.	22
10.5.4. Normas de seguridad para el manejo de herramientas eléctricas.....	23
10.5.5. Otras normas de seguridad de obligado cumplimiento.	23
10.5.6. Sistemas de protección colectiva.....	24
10.5.7. Equipos de protección individual.	24
10.5.8. Revisiones y mantenimiento preventivo.....	24
10.6. Señalización.	25
10.6.1. Señalización de seguridad.....	25
10.6.2. Cinta de delimitación de la zona de trabajo.	26
10.6.3. Vallado de señalización de peligro.	26
10.7. Protecciones y resguardos en máquinas.	26
10.8. Verificación de ausencia de tensión.	26
10.9. Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular.	26
10.10. Escaleras portátiles.....	27
10.11. Normas preventivas para la elevación de cargas.	28
10.12. Montaje de elementos prefabricados.	29
10.12.1. Descripción de la unidad de obra.	29
10.12.2. Riesgos más comunes.	29
10.12.3 Normas de seguridad para el montaje de elementos prefabricados.	29
10.12.4. Sistemas de protección colectiva.....	30
10.12.5. Equipos de protección individual.	31
11. Presupuesto.	31

1. Objeto del Estudio básico de Seguridad y Salud.

Con el presente estudio básico de seguridad y salud se pretende ver, con la adopción de posibles soluciones, las situaciones de riesgo que se puede presentar a lo largo de la obra de "PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA EL AUTOCONSUMO ENERGÉTICO DE UNA EXPLOTACIÓN PORCINA" en el Cubo de la Solana (Soria).

Se trata de prever accidentes laborales, así como reducir la gravedad y el número de los mismos, aumentando de esta manera el bienestar de todos los trabajadores involucrados, según lo previsto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este documento servirá de base para la redacción del Plan de Seguridad y salud en el Trabajo, siendo la encargada de la redacción de este la empresa adjudicataria de las obras, siendo de obligado cumplimiento según el Real Decreto previamente mencionado.

Para la realización de este estudio se han tenido en cuenta los equipos técnicos, procedimientos y medios auxiliares que han de utilizarse. Además, se establecen las necesidades de las instalaciones sanitarias y comunes.

En todo momento se pretende dar cumplimiento al Real Decreto mencionado, por lo que es necesario la realización de un Estudio básico de Seguridad y Salud en las obras de construcción que no se incluyen en ninguno de los siguientes proyectos:

- La duración estimada de las obras sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,07 €.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, presas y conducciones subterráneas.

2. Memoria informativa.

2.1. Denominación de la obra.

La obra sobre la que se trata este proyecto es "PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA EL AUTOCONSUMO ENERGETICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA).

2.2. Emplazamiento de la obra.

La obra sobre la que es objeto este Estudio de Seguridad y Salud se localiza en el municipio de el Cubo de la Sola situado en la provincia de Soria.

2.3. Promotor de la obra.

El promotor del presente proyecto se trata de la SOCIEDAD COOPERATIVA COPISO SORIA.

2.4. Coordinador de seguridad y salud en la fase de proyecto.

El coordinador de seguridad y salud en la fase de proyecto es D. Jesús Barrio Antón, Ingeniero Técnico Agrícola.

2.5. Plazo de ejecución de la obra.

El plazo de ejecución previsto para esta obra es de siete meses

2.6. Personal previsto.

El máximo número de operarios previstos en cualquiera de las fases de la obra es de (x) letra, siendo necesario dotarlos de todos los elementos de protección que requieran.

2.7. Climatología.

La climatología correspondiente a la zona donde se van a realizar las obras viene recogida con un elevado nivel de detalle en el estudio climático realizado en el presente proyecto. El clima de Soria es un clima templado debido a que la temperatura media de mes más fría se sitúa entre el intervalo de 0-10 °C.

Debido a las condiciones atmosféricas adversas se tendrán en cuenta la posible acentuación de riesgos (vuelcos de señalización, caídas de altura o nivel, derrumbamientos ...) adoptando las medidas de protección correspondientes y en su caso suspendiendo los trabajos (corre a cargo de la empresa constructora).

2.8. Accesos a las obras.

El acceso a la obra se realiza desde la carretera SO-P-3001, desde el Cubo de la Solana, girando a la derecha a un camino rural estando la explotación a 400 metros. Una vez en la explotación siguiendo un camino de acceso interior se llegará hasta la zona exacta de la realización de las obras.

2.9. Centros asistenciales más próximos a la obra.

El contratista tiene la responsabilidad de poseer en la obra carteles con los números de teléfono de urgencias. Siendo las direcciones y teléfonos de los Centros Asistenciales Médicos más cercanos los siguientes:

- Soria capital.
 - Sanidad de Castilla y León (SACYL):
 - Dirección provincial: C/Paseo del Espolón nº2.
(Teléfono: 975 222 450).
 - Gerencia de atención primaria: C/ Nicolás Rabal 23-C.
(Teléfono: 975 221 498).
 - Hospital General: Paseo de Sta. Bárbara s/n.
(Teléfono: 975 234 300).

- Hospital Institucional de Soria: C/Ctra. de Logroño S/N.
(Teléfono: 977 226 864).
- Cruz Roja Española: C/ Sto. Domingo de Silos Nº 1.
(Teléfono: 975 226 864).

- Almazán.
Centro de Salud de Almazán: C/Ferial Nº 0.
(Teléfono: 975300961).

- Tejado.
Consultorio médico de Tejado: Calle la Fragua s/n.
(Teléfono: 975 380 260).

- Gómara.
Centro de Salud de Gómara: Carretera Almazán s/n.
(Teléfono: 975 380 295).

3. Descripción de la obra.

3.1. Descripción de la obra.

Las unidades constructivas que componen las obras son las siguientes:

- Movimiento de tierras y excavación de zanjas.
- Colocación de tubos.
- Hormigonado de cimientos, muros y losas.
- Cerramientos y albañilería.
- Estructuras metálicas y de hormigón armado.
- Montaje de elementos prefabricados.
- Montaje de equipos.
- Línea eléctrica enterrada.
- Edificación.
- Instalación de valvulería.
- Reposición.

3.2. Servicios afectados.

Se consideran que no hay interferencias con:

- Conducciones de agua.
- Líneas telefónicas.
- Conducciones de gas.
- Líneas eléctricas.
- Saneamiento.

Las únicas interferencias que habrá serán los elementos de la explotación porcina, siendo los posibles elementos de interferencia las tuberías de desagüe del purín generado en las naves de alojamiento hacia la balsa de purín y los cables de los equipos eléctricos ubicados en la balsa de purín, agitadores, y el cableado del alumbrado de esta los cuales se dirigen hacia los cuadros eléctricos de la explotación.

No será necesario cubrir el riesgo de circulación de personas ajenas a la obra debido a que las obras se situarán dentro de un vallado existente con anterioridad propiedad de la explotación porcina a la que se dará servicio.

3.3. Maquinaria prevista.

La maquinaria prevista necesaria para la realización de las obras son las siguientes:

- Moto niveladora.
- Retroexcavadora
- Compactador
- Auto hormigoneras.
- Camiones bomba.
- Grúa pluma.
- Pala cargadora.
- Camiones de transporte.
- Dumper.
- Bomba de achique.
- Motobomba.
- Radial.
- Compresor.
- Vibradores de aguja.
- Camión cisterna.
- Compactador tándem autopropulsado.
- Martillo compresor.

3.4. Instalaciones de obra.

Se entienden como instalaciones de obra aquellas instalaciones que son necesarias en la obra para poder llevarla a cabo, con unas adecuadas condiciones de seguridad y salud, y retirándolas una vez realizadas las obras. Las instalaciones de obra que habrá en el presente proyecto se indican a continuación, siendo todas ellas realizadas de acuerdo con el Real Decreto

- Instalación eléctrica.
- Oficina de obra.
- Instalaciones de higiene y bienestar.
- Almacenes.

3.5. Conexión a la red eléctrica.

Se procederá a la instalación eléctrica de la obra una vez solicitada la petición de suministro a la empresa encargada en la zona. La acometida se tratará de una acometida subterránea.

El cuadro general de mando y protección debe de situarse en un armario de protección de módulos normalizados. El cuadro de mando y protección debe de ir dotado de un seccionador de corte general de corte automático, un interruptor onnipolar, interruptores diferenciales (con una sensibilidad para fuerza de 300 mA y para alumbrado de 30 mA) e interruptores magnetotérmicos (tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se presenten).

Este cuadro está provisto de circuitos secundarios para alimentación a grúas, vibradores etc. Cada una de las salidas de los circuitos secundarios están dotadas de un interruptor diferencial con una sensibilidad de 30mA y un interruptor magnetotérmico.

Además, está dotado de un circuito de alimentación para los cuadros secundarios de instalación móvil, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie. Se colocan de tal manera que se disminuya en la medida de lo posible el número de circuitos y su longitud.

Los riesgos más comunes relacionados con la conexión a la red eléctrica son los siguientes:

- Heridas punzantes en manos.
- Electrocuci3n derivados principalmente de:
 - Trabajos con tensi3n.
 - Mal funcionamiento tanto de los sistemas de protecci3n como de los mecanismos.
 - Usar equipos deteriorados o inadecuados.
 - Intentar trabajar sin tensi3n, pero sin asegurarse que esta interrumpida.

3.5.1. Normas preventivas.

- Sistema de protecci3n contra contactos indirectos.

Como se ha se~alado con anterioridad, para la prevenci3n de los contactos el3ctricos indirectos, se ha seleccionado un interruptor diferencial, puesta a tierra de los dispositivos de corte por intensidad de defecto y las masas.
- Normas b3sicas de prevenci3n para los cables.

Todos los conductores utilizados ser3n aislados de tensi3n nominal de 1kV como m3nimo, y sin defectos apreciables. No se admiten tramos defectuosos.

 - La secci3n de los conductores ser3 el especificado, estando de acuerdo con la carga el3ctrica que ha de soportar, en funci3n de la maquinaria e iluminaci3n que se vaya a utilizar.
 - La distribuci3n del cableado desde el cuadro general se realizar3 en la medida de lo posible por canalizaciones enterradas.
 - Los empalmes entre mangueras se realizan siempre mediante conexiones normalizadas y los empalmes definitivos se realizan utilizando cajas de empalmes normalizadas.
 - Se prohíben empalmes a nivel del suelo, estando siempre elevados.
 - La interconexi3n de los cuadros secundarios se efectuar3 siempre mediante canalizaciones enterradas, o mediante mangueras colgadas a una altura m3nima sobre el terreno de 2 m. La finalidad es evitar accidentes de agresi3n a las mangueras por colocaci3n de las mismas a ras de suelo.

- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el suministro provisional de agua a las plantas.
- Normas básicas de prevención para los interruptores.

Todos los interruptores se ajustarán a los interruptores especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

 - La instalación de los interruptores se realiza en el interior de cajas normalizadas, teniendo las mismas una puerta de entada con cerradura de seguridad.
 - Las cajas normalizadas de los interruptores serán colgadas de pies derechos estables o de parámetros verticales.
- Normas básicas de prevención para cuadros eléctricos.

Según la norma, los cuadros de tipo para la intemperie serán metálicos dotados de puerta y cerraja de seguridad.

 - Como protección adicional a la lluvia, los cuadros eléctricos se protegerán de viseras eficaces.
 - Adherida a la puerta, poseerán una señal de “Peligro electricidad”.
 - Diariamente se comprobará el correcto funcionamiento del mecanismo de disparo diferencial con un pulsador de prueba.
 - Para conexiones normalizadas blindadas a la intemperie se poseerán de tomas de corriente.
- Normas básicas de prevención para tomas de corriente.

Tomas las tomas de corriente deben de irán provistas de interruptores de corte omnipolar de manera que las deje sin tensión cuando no vayan a ser utilizadas.

 - Para acceder a las tomas de corriente es necesario los útiles especiales o en su defecto estas se situarán en armarios con un grado de inaccesibilidad o bajo cubierta.
 - Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán mediante clavijas normalizadas blindadas, y siempre que exista la posibilidad, con enclavamiento.
 - Para evitar contactos eléctricos indirectos, la tensión nunca se situará en la clavija “macho”, situándose en la clavija “hembra”.
 - Cada toma de corriente suministrara energía eléctrica a un único aparato, maquina o herramienta.

- Normas básicas de prevención para la protección de los circuitos.
 - Los interruptores automáticos instalados serán los necesarios para que actúen antes que el conducto llegue la carga máxima admisible.
 - Los conductores automáticos se instalarán en las líneas de tomas de corriente de los cuadros de distribución, y en las de alimentación a maquinas, aparatos y herramientas de funcionamiento eléctrico.
 - Los circuitos generales se protegerán con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
 - Se protegerán en conjunto de circuitos eléctricos mediante disyuntores diferenciales.
 - Los disyuntores diferenciales se instalan en función de las siguientes sensibilidades:
 - Alimentación de maquinaria: 300 mA (s/REBT)
 - Alimentación de maquinaria para un mayor nivel de seguridad: 30 mA (s/REBT)
 - Instalaciones de alumbrado no portátil: 30 mA
- Normas básicas de prevención para las tomas de tierra.

La red de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIE BT-039 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como los aspectos fijados en la Instrucción MIE-BT -23 con los que se podrá mejorar la instalación.

 - Si se posee un transformador en la obra, este tendrá una toma de tierra independiente ajustada el Reglamento vigente y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora.
 - Todas las partes metálicas de los equipos eléctricos dispondrán de toma de tierra.
 - El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
 - La toma de tierra de la primera fase de la construcción se realiza con una pica o placa ubicada al lado del cuadro general ya que se distribuyen todos los receptores de la instalación. Cuando se realice la toma de tierra general de baja tensión definitiva será esta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica de la obra.
 - El cable de toma de tierra siempre estará protegido con un aislante, en colores verde y amarillo. Únicamente se podrá usar cable de cobre desnudo, de 95 mm² de sección como mínimo, en los tramos enterrados horizontalmente y considerados como el electrodo de la instalación.

- Las tomas de tierra están localizadas en el terreno de manera que su eficacia y funcionamiento sea el requerido por la instalación.
 - La conductividad del terreno se aumentará vertiendo agua de manera periódica en el lugar de la pica.
 - Carecen de conductor de protección los receptores eléctricos con sistema de protección de doble aislamiento y los receptores eléctricos alimentados mediante transformador de separación de circuitos con el motivo de evitar su referenciación a tierra.
- Normas de seguridad de aplicación para el mantenimiento y reparación de la instalación eléctrica provisional de la obra.
 - La persona encargada del mantenimiento de la instalación se trata de un electricista datado del carné profesional correspondiente.
 - Toda la maquinaria eléctrica para la realización de las obras se revisará periódicamente. En el momento que se detecte un fallo se declarará fuera de servicio desconectándola eléctricamente y colgando el rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
 - La revisión de la maquinaria eléctrica se revisará por el personal especialista en cada tipo de máquina.
 - Está totalmente prohibido las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de una reparación se desconectará.
 - Únicamente se podrá realizar por electricistas especializados, la ampliación/modificación de líneas, cuadros y asimilables.
 - Normas de protección.
 - Es de obligado cumplimiento utilizar “cartuchos fusibles normalizados” no permitiéndose la utilización de fusibles rudimentarios.
 - Los cuadros eléctricos que permanezcan en servicio permanecerán en todo momento cerrados con cerraduras de seguridad.
 - Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de un fácil acceso.
 - En el caso de uso de mangueras eléctricas, los postes provisionales de las mismas no se ubicarán a menos de 2 m del borde de la excavación carretera o asimilables.
 - Los cuadros eléctricos de intemperie se cubrirán siempre con viseras contra la lluvia.

3.6. Información necesaria.

En cada unidad de obra se indicará la siguiente información:

- Riesgos.
- Descripción del trabajo realizado.
- Medidas de prevención y protección.

3.7. Medios auxiliares.

Los medios auxiliares a utilizar en las obras son los presentados a continuación:

- Escaleras de mano.
- Señalización
- Entibación metálica
- Cuadros eléctricos
- Herramientas
- Andamios
- Encofrados
- Eslingas.

4. Servicio de prevención.

La empresa recurrirá a un Servicio de Prevención Externo, para que en colaboración con el coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección de obra, se pueda llevar a cabo las medidas propuestas,

5. Delegados de prevención y comité de Seguridad y Salud.

Respecto a los delegados de prevención y el comité de seguridad y salud, se procederá en función de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos laborales.

6. Formación, información consulta y participación.

6.1. Formación e información.

El empresario tiene el deber de garantizar que cada trabajador reciba una formación suficiente y adecuada, tanto teórica como práctica, en materia preventiva. Se centrará específicamente al puesto de trabajo de cada trabajador, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Antes de ingresar en la obra, todos los trabajadores recibirán una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, así como las medidas de prevención y protección que deberán emplear.

Todos los operarios deberán de ser informados de las medidas de seguridad, tanto personales como colectivas que deben de establecerse en función del trabajo que desempeñen, repitiéndose esta información cada vez que se cambie de trabajo.

6.2. Delegado de prevención.

Se debe de disponer de un delegado de prevención que tenga una adecuada formación, siendo esta acreditada, para la colaboración, consulta y cooperación en la labor preventiva. Para ello, tendrá acceso a toda la información necesaria, realizará visitas a la obra para la vigilancia y control de la misma, podrá realizar propuestas de medidas preventivas y redactar informes preceptivos. El delegado deberá de dedicar una hora diaria a las tareas anteriormente descritas.

6.3. Manual de prevención de la empresa.

El manual de prevención tiene la finalidad de informar de las formas de actuar para que los trabajos realizados se realicen de la forma más segura posible.

6.4. Libro de incidencias.

En todos los centros de trabajo, según el Real Decreto 1627/1007, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se dispondrá de un libro de incidencias para que se asegure un adecuado control y seguimiento del plan de seguridad y salud elaborado, situándose junto a una copia de dicho plan.

6.5. Fondo documental.

Todos los documentos de prevención se situarán en un fondo documental situado en la obra como se establece en el Artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

7. Servicios sanitarios y comunes.

7.1. Asistencia a los accidentados.

Todos los trabajadores deberán de ser informados del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos ubicados en la proximidad de la zona donde se deberán trasladarse a los accidentados para un tratamiento rápido y efectivo.

7.2. Servicio médico.

La empresa contratista, según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, dispondrá de un Servicio de vigilancia de la salud de los trabajadores. De manera que todos los trabajadores que empiecen a trabajar en la instalación deben de pasar un reconocimiento médico que será repetido en un periodo de un año.

7.3. Botiquín de obra.

Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios de manera que se revisará semanalmente por el delegado de prevención, de manera que se repondrá de los elementos necesarios.

Este botiquín contendrá el material descrito en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

7.4. Comedores.

No se dispondrá de comedores en las obras debido a que a tan solo 2.5 km se sitúa la localidad de el Cubo de la Solana.

7.5. Vestuarios.

Para cubrir las necesidades de los trabajadores se dispondrá de un local que tenga 2 m² por trabajador, de manera que dicho local deberá de ir provisto de los siguientes elementos:

- Taquilla individual para cada trabajador provista de una cerradura.
- Asístenos.
- Calefacción en invierno.

7.6. Servicios comunes.

Se deberá disponer de un local que contenga los siguientes servicios:

- 1 retrete inodoro en cabina individual de 1.2 x 2.30 x 1 m por cada 25 trabajadores o fracción.
- 1 lavabo con espejo y jabón por cada 10 trabajadores o fracción.
- 1 ducha individual con agua fría y caliente por cada 10 trabajadores fracción.
- Perchas.
- Calefacción.
- 2 espejos.

Se dispondrá de un trabajador para la conservación y limpieza de estos locales.

7.7. Primeros auxilios.

El empresario tiene la responsabilidad de garantizar que los primeros auxilios puedan realizarse por personal con una adecuada formación para ello, de forma que en cada trabajo debe de haber una de estas personas.

Se debe de contar con un local de primeros auxilios. Este local irá ubicado en un lugar de fácil acceso, con una clara y correcta señalización conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. En dicho local se debe de contar con los materiales de primeros auxilios indispensables, botiquín medido.

Además, se debe de disponer de un botiquín médico en todos los lugares que las condiciones de trabajo lo requieran.

7.8. Asistencia a los accidentados.

En un sitio visible de la obra se dispondrá de un listado con teléfonos y direcciones de los centros médicos más cercanos, así como los teléfonos de la guardia civil, ambulancia y taxi, para que haya un rápido transporte de las personas accidentadas a los centros médicos.

Ante un accidente leve o grave de deben de seguir las siguientes normas de comportamiento generales:

- Cuando se produzca un accidente se actuará de manera rápida y con total serenidad, de forma que se aparten a las personas curiosas o inútiles.
- Si la persona accidentada queda atrapada, la extracción de la misma se hará de manera cuidadosa y se limpiarán las vías respiratorias, en caso de que se requiera.

- Si una persona pierde el conocimiento, esta debe acostarse con la cabeza al mismo nivel que el cuerpo. Sin embargo, si la cara la tiene congestionada o se presentan vómitos, la cabeza debe elevarse estando esta a un nivel superior del cuerpo.
- Se debe de abrigar a la persona accidentada y aflojarle cualquier prensa que pueda oprimirla.
- Se debe de eliminar la ropa que cubra cualquier parte del cuerpo donde se produzca una lesión.
- Cuando una persona se encuentra en estado de inconsciencia no se la debe de suministrar bebidas.
- Se recomienda que se espere a un médico en el lugar del accidente.

8. Revisiones del Plan de Seguridad y Salud.

Siempre que se produzca algo de lo que se va a mencionar a continuación deberá de revisarse el Plan de Seguridad y Salud.

- Cuando se inicia una unidad de obra con la finalidad de cerciorarse de que dicha unidad de obra no ha sufrido ninguna variación respecto a cómo está definida en el proyecto, o que no ha sufrido ninguna variación de las medidas preventivas impuestas para la misma.
- Cuando se ocasione un daño en la salud de los trabajadores, o cuando se muestren sospechas de que las medidas preventivas impuestas son insuficientes o inadecuadas.
- Cuando al producirse una evaluación y dicha evaluación lo considere necesario.

9. Protección contra incendios.

Para la prevención de incendios se seguirán las siguientes medidas:

- Debe de haber un adecuado orden y limpieza en toda la obra.
- El material que pueda ser combustible se separa del material incombustible acumulándolos por separado hasta su envío a vertedero.
- En la obra únicamente se dispondrá de las cantidades expresamente necesarias de materiales que posean un alto grado de inflamación (gasóleo y gasolina)
- Adecuado cumplimiento de la normativa vigente para el almacenamiento de combustibles.
- Existirá una separación entre los almacenes que contengan materiales combustibles. Estos se encontrarán alejados de los lugares de trabajo.

- En la obra se disponen de todos los elementos necesarios para evitar cortocircuitos.
- Queda totalmente prohibido encender fogatas en la obra, así como fumar.
- Habrá una adecuada señalización con carteles que contengan la siguiente información:
 - Prohibido fumar.
 - Indicación de la posición del extintor de incendios.
 - Peligro de incendio.

Por si se produce un incendio, se debe de colocar extintores en la zona de los almacenes y habrá un cartel en la oficina de la obra donde quede reflejado el número de teléfono de servicio de bomberos.

10. Medidas de protección y riesgos en las actividades de la obra.

10.1. Movimiento de tierras.

10.1.1. Descripción de las obras.

Esta unidad de obra se trata del movimiento de tierras para la elaboración de zanjas donde irán instaladas las distintas tuberías del proyecto, así como todo el cableado eléctrico necesario para el correcto funcionamiento de la planta. La ejecución de las mismas, debido a las características del terreno, se realiza con un talud provisional de 1:5, debido a la tipología del terreno.

Además, en este apartado también se contempla la realización de la excavación oportuna donde ira ubicado el digestor anaerobio debido a que la solera del mismo se trata de una solera inclinada

El principal trabajo de esta unidad de obra lo realizan las máquinas (retroexcavadora), donde directamente dichas máquinas cargan la tierra sobre otras máquinas de transporte para la evacuación de esta.

10.1.2. Riesgos más comunes.

A continuación, se recoge un listado con los riesgos más comunes que se pueden en la realización de excavaciones para zanjas.

- Caídas del personal al mismo nivel.
- Caídas del personal al interior de la zanja.
- Desprendimiento del terreno.
- Ruido.
- Golpes con objetos.
- Inertes al manejo de la maquinaria.
- Atrapamientos por maquinaria.
- Riesgos derivados por interferencias con conducciones enterradas desconocidas.

10.1.3. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento.

Los riesgos más difíciles de controlar se tratan de los riesgos causados por la insensatez de algún trabajador, es decir, riesgos por impericia.

Estos riesgos son controlados en esta obra mediante la obligatoriedad de demostrar que los conductores de las máquinas, para el movimiento de tierra, poseen todos los permisos de conducir al día y se encuentran en posesión de un certificado de capacitación.

Tanto el permiso de conducción como el certificado de capacitación serán mostrados a la jefatura de Obra.

10.1.4. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el movimiento de tierras.

A continuación, se detallan las normas de seguridad a seguir en el movimiento de tierras:

- Con anterioridad, al inicio o reanudación del movimiento de tierras, se debe observar diariamente el trabajo donde se va a realizar esta actividad. Siendo la finalidad de descubrir grietas o movimientos de tierra que puedan derivar en un desprendimiento de tierra.
- El frente de excavación realizado mecánicamente no debe de sobrepasar más de un metro el alcance de la máquina excavadora o la altura máxima de ataque. La finalidad es evitar desprendimiento de tierra contra la máquina excavadora y por lo tanto, sobre el conductor.
- Los trabajadores que trabajen en el interior de las zanjas deberán de conocer los riesgos a los que se someten.
- Poseerá una adecuada salida y acceso de los trabajadores a la zanja. Se dispondrá de una escalera sólida en cada punto de trabajo, siempre situadas a una distancia entre ellas menor de 2 m. La escalera deberá de estar anclada al borde superior de la zanja y apoyada en una superficie sólida de reparto de cargas, sobrepasando un metro del borde de la zanja.
- Se instalará una señalización de peligro, esta señalización se trata de una línea paralela de señalización a la zanja formada por una cinta de señalización.
- Para evitar la alteración de la estabilidad de los taludes se realizará un achique inmediato del agua que pueda caer en el interior de las zanjas.
- Las zonas excavadas deben de disponer de barandillas y rodapiés con el fin de evitar la caída de personas y objetos. La altura mínima de las barandillas será de 1 m y la de rodapiés de 10 cm, contando con una resistencia de 150 kg por metro línea.
- Las zonas de trabajo se conservarán limpias y ordenadas.

- Se asegurará de que se dispone de la señalización adecuada para recordar a los trabajadores las obligaciones y prohibiciones necesarias para evitar accidentes, así como la señalización requerida para advertir de los posibles riesgos que se pueden dar.
- Con el fin de evitar vuelcos y sobrecargas en el terreno se prohíbe el acoplo de tierras y materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.

10.1.5. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el trabajo con máquinas.

En este punto se determinarán las normas de seguridad específicas para cada camión o máquina de movimiento de tierras que se prevé que se encuentren en las obras, siendo de obligado cumplimiento la norma que se refiera a su camión/máquina en concreto.

- Los vehículos ligeros deben de circular a una distancia mínima de excavación de 3 m y los vehículos pesados a una distancia de 4 m.
- Los caminos de circulación interna de la obra, para evitar accidentes por la presencia de blandones y barrizales, se conservarán cubriendo baches, eliminando los posibles blandones y compactándolos mediante zahorras o escorias.
- Las maniobras de carga estarán dirigidas por el Capataz, o en su defecto por el Encargado de la empresa de movimiento de tierras para impedir las situaciones de vigilancia insegura sobre los laterales de las cajas de los camiones.
- Se construirán los accesos a la excavación separados entre sí, el uno será para la circulación de las personas y el otro para la circulación de la maquinaria. Esto se realizará con el fin de evitar el atropello a personas.
- Dentro del brazo de acción de la máquina queda terminalmente prohibido trabajar o permanecer en dicho radio haciendo cualquier otra cosa, para evitar los riesgos de golpe o atropellamiento de la máquina.
- Si dicho radio de acción no se encuentra delimitado, en todo momento deberá de haber un operario dirigiendo las obras de la máquina.
- Todas las máquinas utilizadas deberán de tener una cabina o pórtico de seguridad de manera que se resguarde el habitáculo del operador estando dotada de una perfecta visión frontal y lateral con cristales o rejillas irrompibles para proteger al operario de la caída de materiales. La cabina deberá de disponer de una puerta a cada lado.

10.1.6. Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que deberán de llevar los operarios que trabajen esta esta unidad de obra son los siguientes:

- Casco de seguridad.
- Gafas antipolvo.
- Gafas anti-impacto.
- Mascarillas antipolvo.
- Filtro para mascarillas antipolvo.
- Protector auditivo.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Mono de trabajo.
- Traje impermeable.
- Guantes de PVC o goma.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.

10.2. Colocación de tubos.

10.2.1. Descripción de la unidad de obra.

Esta unidad de obra consiste en el montaje de las tuberías de polietileno de alta densidad (PE100) y acero inoxidable, que se necesitan para el correcto funcionamiento de la planta de producción de biogás, así como las válvulas necesarias para el correcto funcionamiento y control de las tuberías y por ende de la planta de producción de biogás.

El trazado se ejecutará como aparece en los planos del proyecto, bajando a las zanjas los tubos mediante guas móviles, de manera que, en el interior de las zanjas, ni a menos de 5 m de distancia, no se permitirá la estancia de ningún operario mientras que las tuberías se encuentren a una distancia de más de 20 cm del interior de la zanja.

10.2.2. Riesgos más comunes.

Los riesgos más comunes que pueden tener en la colocación de tubos se describen a continuación:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas al interior de las zanjas.
- Cortes o golpes por el uso de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas, un ejemplo puede ser caminar en cuclillas.
- Desplome de los taludes de la zanja.
- Riesgos derivados del trabajar en ambientes encharcados y húmedos.

10.2.3. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento.

La instalación de todas las tuberías del presente proyecto está sujeta a todos los riesgos detectados, analizados y evaluados en el presente estudio.

10.2.4. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para la instalación de tuberías.

Los tubos necesarios para realizar los conductos se colocarán en el borde de las zanjas, a una mínima distancia de 2 m, apoyados sobre tacos de madera.

Para evitar los riesgos de rotura de las tuberías, transporte de gancho de grúa o de desplome de ellas sobre los operarios, los tramos de las tuberías se suspenderán en sus extremos con eslingas siendo las condiciones de seguridad del sistema de suspensión con eslingas el siguiente:

- Las eslingas a usar están colocadas en función del esfuerzo que las mismas han de realizar. Las eslingas están constituidas por dos hondillas rematadas en cada extremo por lazos los cuales están formados por un casquillo electrosoldado y guarnecidos con forrillos guardacabos.
- Dos de los extremos de las hondillas se unirán mediante el lazo a una argolla de cuelgue que ofrece una unión efectiva entre las hondillas y el gancho de cuelgue, de manera que se evita la deformación o desplazamiento de los lazos. Los otros dos extremos restantes estarán constituidos de ganchos de cuelgue los cuales de adapten a la curvatura interior del tubo, dichos ganchos deben de estar calculados en función del esfuerzo que deben de realizar.
- El ángulo de las dos hondillas respecto a la altura de la argolla debe de ser igual o inferior de 90° . Esto se realiza para evitar se den riesgos de sobreesfuerzo en el sistema de cuelgue adaptados a la curvatura interior del tubo. Los ángulos deben de estar calculados en función del esfuerzo que deben de realizar.
- El ángulo de las dos hondillas respecto a la altura de la argolla de cuelgue debe de ser igual o inferior de 90° , para evitar riesgos de sobreesfuerzos del sistema de cuelgue debido a la descomposición desfavorable de fuerzas.

El conductor de la grúa debe de tener las siguientes responsabilidades:

- Antes de empezar su labor comprobara el correcto funcionamiento de todos los mecanismos de accionamiento de la grúa y de sus respectivos dispositivos de seguridad.
- No deberá de utilizar la contramarcha para el frenado de la maniobra.
- Para el adecuado uso de los mandos, se debe de tener en cuenta los efectos de inercia, de manera que los giros se realicen sin sacudidas.
- Nunca se deben de sujetar los mandos o interruptores con cuñas o ataduras.
- El conductor de la grúa debe de observar detalladamente el comportamiento del equipo y de la carga que lleva durante las maniobras de ajuste, izado, aproximación y ajuste.

10.2.5. Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que deberán de llevar los operarios que trabajen esta esta unidad de obra son los siguientes:

- Casco.
- Gafas anti-impacto.
- Cinturón de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Traje impermeable.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.

10.3. Hormigonado de cimientos muros y losas.

10.3.1. Descripción de la unidad de obra.

Esta actividad consiste en la ejecución de los cimientos de los diferentes depósitos que se encuentra en la planta, los cerramientos de los mismos, las losas de hormigón que se ubican en el exterior, así como el muro divisorio que se ubicara en la actual balsa de purines.

Esta actividad se ejecutará con hormigón HA-30/B/20/II_a+Q_b N/mm², HA-30/B/20/IV, HA-30/B/20/II_b y HM-20/II_a el cual se verterá a la obra mediante cubilotes y después se vibrará.

10.3.2. Riesgos más comunes.

Los riesgos más comunes que conlleva esta actividad son los siguientes:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Cada de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Dermatitis por el contacto con el hormigón.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones de hormigón a los ojos.
- Derivados de la realización de trabajo en condiciones meteorológicas adversas.

10.3.3. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento.

El vertido de hormigón con camión bomba está sujeto a los riesgos que se han detectado, evaluado y analizad en el presente estudio.

10.3.4. Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el vertido de hormigones mediante camiones-bomba de hormigón.

- El camión no se podrá utilizar como medio de transporte de personas, excepto que el camión disponga de asientos adicionales para dicho fin.
- Está prohibido la presencia de trabajadores en el radio de acción del camión-bomba.

- Durante la circulación, se debe utilizar un sistema de retención.
- Cuando no se disponga de una visibilidad óptima, será necesaria la colaboración de un señalista.
- Se deben de tener en cuenta las condiciones en las que se encuentra el terreno y el funcionamiento de los frenos.
- Cuando se opere cerca de cables eléctricos es necesario comprobar a que tensión se encuentran los cables, para poder saber cuál es la distancia mínima de seguridad a respetar. Estas distancias serán de 3,5 o 7 metros.
- Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas adversas, se deberá de aparcar la máquina y esperar.
- No superar las pendientes fijadas por el libro de instrucciones.

10.3.5. Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que deberán de llevar los operarios que trabajen esta esta unidad de obra son los siguientes:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Calzado de seguridad.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Ropa y accesorios de señalización.

10.4. Reposiciones.

10.4.1. Descripción de la unidad de obra.

Esta unidad de obra consiste en nivelar sensiblemente el terreno depositando tierras en lugares que lo necesitan hasta conseguir la superficie necesaria para la construcción que se va a realizar.

10.4.2. Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento.

Los riesgos más difíciles de controlar se tratan de los riesgos causados por la insensatez de algún trabajador, es decir, riesgos por impericia.

Estos riesgos son controlados en esta obra mediante la obligatoriedad de demostrar que los conductores de las máquinas para el movimiento de tierra poseen todos los permisos de conducir al día y se encuentran en posesión de un certificado de capacitación.

Tanto el permiso de conducción como el certificado de capacitación serán mostrados a la jefatura de Obra.

10.4.3. Normas generales de seguridad de obligado cumplimiento para el trabajo con máquinas.

En este apartado se reflejan las normas de seguridad de obligado cumplimiento para el trabajo con máquinas, así como las normas específicas de cada máquina/camión de movimiento de tierras que está prevista que se encuentre en la obra siendo de total obligación de conductor cumplir la norma que afecte a su vehículo.

- Antes del comienzo del trabajo de las obras, los vehículos subcontractados deben de tener la Póliza de Seguros Vigente, el carné de empresa y los seguros sociales necesarios.
- Toda la maquinaria/vehículos subcontractados o alquilados deberán de ser examinados antes de comenzar a trabajar en la obra, además de exigirles que tengan al día el libro de mantenimiento del vehículo, así como un certificado que se ha efectuado una revisión por un taller cualificado.
- Los vehículos ligeros deben circular como mínimo de 3 m a borde de la excavación y los vehículos pesados a un mínimo de 4 m.
- Está prohibido que los vehículos transporten personal en el exterior de las cabinas o un número de operarios mayor al número de los asientos existentes.
- Para evitar trabajar en atmosferas llenas de polvo, si es necesario se reganan los caminos por donde recorren las maquinas.
- Los accesos y recorridos de las maquinas deberán de estar perfectamente señalizados.
- Los accesos a la vía pública se deberán señalar con la señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.
- Está prohibido la marcha atrás de los camiones que posean la caja levantada o durante el descenso de la caja.

10.4.4. Normas de seguridad de especial atención.

Para evitar riesgos, se debe de tener especial atención a las siguientes normas:

- Todos los conductores de camiones, apisonadoras, dumper y compactadores deben de poseer documentación acreditativa de que son especialistas en la conducción de estos vehículos.
- Habrá una revisión periódica de los órganos de accionamiento de los vehículos, siendo esta reflejada en el libro de mantenimiento.
- Toda la maquinaria llevará señalizada la carga máxima admisible donde se especifica de forma clara la tara y la carga máxima admisible no debiéndose pasar de la carga máxima admisible para que estos no se sobrecarguen.

- Los equipos de carga de relleno estarán dirigidos por un jefe de equipo con la finalidad de que este coordine las maniobras para impedir los riesgos por equivocación o improvisación voluntaria.
- Queda terminalmente prohibido la presencia de personas a una distancia mínima de 5 m de las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento, con el fin de evitar accidentes debidos al límite de visibilidad desde la cabina de control.
- Queda terminalmente prohibido descansar junto a las maquinas, para ello se dispondrá de los carteles informativos que se consideren necesarios.
- Todos los vehículos que formen parte de esta unidad de obra deben de llevar incorporado una bocina de marcha atrás.
- Los equipos de apisonado y compactación deben de llevar cabina de protección contra impactos y contra vuelcos.
- Cuando un conductor abandone la cabina, está obligado a utilizar casco de seguridad.

10.4.5. Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que deberán de llevar los operarios que trabajen esta esta unidad de obra son los siguientes:

- Casco.
- Gafas antipolvo.
- Gafas antiimpacto.
- Mono de trabajo.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtro para mascarilla antipolvo.
- Traje impermeable.
- Guantes de goma o PVC.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.
- Chaleco reflectante.

10.5. Línea eléctrica enterrada y aérea.

10.5.1. Descripción de la unidad de obra.

Este apartado se refiere a las condiciones preventivas para los acopios, montaje, prearmado, puesta en obra y ajuste de todos los elementos para la conducción eléctrica, tanto de alta como de baja tensión, destinada a cubrir las necesidades de los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del presente proyecto, así como de evacuar la energía producida por la unidad de cogeneración hacia la explotación porcina o en su defecto a la red eléctrica.

En las conducciones subterráneas, una vez abierta la zanja se colocarán las canalizaciones subterráneas, después se realizará el relleno y compactación de la zanja y finalmente se colocará la cinta de señalización.

En las conducciones aéreas, se colocarán las bandejas perforadas, después se colocarán los cables, perfectamente fijados y por último se tapan las bandejas.

10.5.2. Riesgos más comunes.

Los riesgos más comunes que conlleva esta actividad son los siguientes:

- Caídas de los operarios al mismo nivel.
- Caídas de los operarios a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Lesiones en manos y pies.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cuerpos extraños en los ojos.

10.5.3. Normas de seguridad para contactos eléctricos directos e indirectos.

Las normas de seguridad para los contactos eléctricos son las siguientes:

- Contacto directo.
 - Todas las instalaciones eléctricas se deberán ajustar al Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
 - Los trabajos y comprobaciones llevados a cabo se efectuarán sin tensión eléctrica.
 - Para impedir el contacto directo, los cables se alejarán de los lugares de trabajo y de paso, se utilizarán equipos de protección individual y las partes en tensión se recubrirán con material aislante.
 - Para impedir el contacto de los operarios con partes activas se podrán interponer obstáculos.
 - Sin la previa autorización y capacitación no se podrán realizar trabajos eléctricos.
 - Se debe de mantener el tramo de seguridad con las líneas eléctricas.
 - Utilizar tensiones inferiores de 25V.
 - El entorno debe de ser seguro.
 - En el momento de realización de las conexiones se deben de considerar las siguientes normas:

- Se pedirá a la empresa suministradora la posibilidad de que ponga fuera de servicio la línea eléctrica, ya que, de este modo, los trabajos se realizan con mayor seguridad.
 - Si la empresa distribuidora no pone fuera de servicio la línea eléctrica se deberán de proteger los cables con fundas aislantes.
 - Es de obligado cumplimiento que los operarios utilicen guantes y botas eléctricas.
- Contactos indirectos.
 - Para evitar los contactos indirectos, se colocarán una toma de tierra y un interruptor diferencial por un operario cualificado para ello.
 - Está terminantemente prohibido realizar trabajos por personal que no sea cualificado.

10.5.4. Normas de seguridad para el manejo de herramientas eléctricas.

Las normas de seguridad aplicables al manejo de herramientas eléctricas son las siguientes:

- Todos los cables de las herramientas eléctricas deben de tener aislamiento en los cables de alimentación, así como no presentar ningún signo de deterioro.
- Durante la utilización de las conexiones eléctricas manuales deben de ir protegidas por lo siguiente:
 - Bajas tensiones de seguridad (24V).
 - Interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).
 - Instalación de puesta a tierra.
 - Doble aislamiento.
- Se debe de comprobar que las protecciones tengan un correcto funcionamiento de manera periódica.
- Cuando una máquina se ha terminado de utilizar o el operario está haciendo una pausa para descansar, estas deben de ser desconectadas.
- No se debe tirar del cable de las maquinas eléctricas.

10.5.5. Otras normas de seguridad de obligado cumplimiento.

Además de las normas de seguridad citadas anteriormente se deben de cumplir las siguientes normas:

- En la zona en la que existen otros servicios, se localizará el trazado de los servicios y se solicitará su puesta fuera de servicio.
- Se debe de señalar el tramo de actuación con señales preceptivas de manera que hasta que no haya una adecuada señalización no se empezaran los trabajos.

- Siempre habrá un mínimo de los operarios en la zona de trabajo.
- Todos los equipos empleados para la realización del trabajo deben ser adecuados para la adecuada protección de los operarios contra riesgos de contactos eléctricos tanto directos como indirectos.

10.5.6. Sistemas de protección colectiva.

Para una adecuada protección colectiva los sistemas de protección a aplicar son los siguientes:

- Durante la noche, la zona de trabajo se señalizará con luces rojas.
- Las conexiones de efectuaran siempre sin tensión.
- La zona de trabajo se delimitará con vallas indicadoras de la presencia de los trabajadores.

10.5.7. Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que deberán de llevar los operarios que trabajen esta esta unidad de obra son los siguientes:

- Casco homologado de polietileno.
- Pantalla facial.
- Gafas de seguridad con montura universal.
- Guantes aislantes.
- Guantes de lona contra riesgos de origen mecánico.
- Ropa adecuada de trabajo.
- Botas de seguridad dieléctricas dotadas de puntera de “Alukón” para prevenir riesgos mecánicos.

10.5.8. Revisiones y mantenimiento preventivo.

- Todas las herramientas, máquinas herramientas y servicios auxiliares deben de tener el sello GS (Seguridad Comprobada), certificado de AENOR o como mínimo un certificado del fabricante, donde se responsabiliza de que se posee de una adecuada calidad, así como de una idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas a las actividades necesarias para la realización de esta unidad de obra.
- La empresa contratista tiene la obligación de señalar que dispone de un programa de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y reposición de todas las máquinas, máquinas herramientas y equipos auxiliares utilizados en las obras con la finalidad de minimizar el riesgo de fallo de los equipos prestando especial atención a detectores, andamios, aislamientos, maquinaria de corte y maquinaria de elevación.
- Todos los días se deberá de revisar el estado en que se encuentran las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

- De forma periódica será necesario revisar la instalación eléctrica provisional de la obra por un operario especializado (electricista), de manera que se compruebe el correcto funcionamiento de protecciones diferencias, magnetotérmicas y toma de tierra, así como comprobar que no hay ningún tipo de defecto en los aislamientos.
- Los operarios que vayan a utilizar maquinas eléctricas portátiles deberán de revisar diariamente las conexiones y cables de alimentación.
- Periódicamente se revisarán el estado en que se encuentran los cables y ganchos empleados para el transporte de cargas.
- Las herramientas empleadas serán revisadas por los operarios de manera que se repare o se sustituyan cuando el estado de las mismas indique un mal funcionamiento o presente algún tipo de peligro para el operario.

10.6. Señalización.

10.6.1. Señalización de seguridad.

La señalización de seguridad está presente en la totalidad de las obras del presente proyecto, el criterio empleado se trata del impuesto en el Artículo 4º "Criterios para el empleo de la señalización" del Real Decreto 485/97, de 14 abril, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Tanto los tipos de señales que se van a utilizar en la totalidad de la obra como su descripción se muestra a continuación:

- Señales de prohibición.
 - Forma: Círculo.
 - Color de seguridad: Rojo.
 - Color de contraste: Blanco.
 - Color de símbolo: Negro.
- Señales de información de seguridad.
 - Forma: Rectangular.
 - Color de seguridad: Blanco.
 - Color de contraste: Verde.
 - Color de símbolo: Blanco.
- Señales de información.
 - Forma: Rectangular.
 - Color de seguridad: Blanco.
 - Color de contraste: Azul.
 - Color de símbolo: Blanco.

- Señales de indicación de peligro.
 - Forma: Círculo.
 - Color de seguridad: Rojo.
 - Color de contraste: Blanco.
 - Color de símbolo: Negro.
- Señales de obligación.
 - Forma: Triángulo equilátero.
 - Color de seguridad: Negro.
 - Color de contraste: Amarillo.
 - Color de símbolo: Negro.
- Señalización y localización de equipos contra incendios.
 - Forma: Rectangular.
 - Color de seguridad: Blanco.
 - Color de contraste: Rojo.
 - Color de símbolo: Blanco.

10.6.2. Cinta de delimitación de la zona de trabajo.

Para delimitar la zona de trabajo se van a utilizar cintas con bandas alternadas verticales en color rojo y blanco. La utilización de la cinta se debe a que la intrusión en las obras de personas ajenas a las mismas se trata de un riesgo que no se puede eliminar, por lo que se debe de señalar.

10.6.3. Vallado de señalización de peligro.

El vallado de señalización de peligro está formado por vallas de limitación de seguridad que contienen señales de advertencia o peligro.

10.7. Protecciones y resguardos en máquinas.

Toda la maquinaria necesaria durante la fase de obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles.

10.8. Verificación de ausencia de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deben de ir adaptados a la tensión de las instalaciones en la que se van a utilizar.

Las especificaciones y formas de empleo propias de estos dispositivos deben de ser respetadas. Además, antes de uso se debe verificar que se encuentre en buen estado, así como que la cabeza detectora funcione de forma adecuada.

Los operarios que utilicen estos aparatos deberán de llevar guantes aislantes y siempre que sea posible usar la alfombra aislante.

10.9. Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular.

Para el uso de andamios apoyados en el suelo se deben de tener en cuenta las siguientes normas:

- Con anterioridad a el montaje del andamio, en la obra se examinará de los elementos que lo conforman no posean ningún defecto apreciable a siempre vista.

- El cálculo del montaje de los andamios se realizará con un coeficiente de seguridad superior a 4 veces la carga máxima de utilización.
- La operación que engloban el montaje. Utilización y desmonte de los andamios, deberán de ser dirigidas por una persona competente en esta tarea siendo autorizado para dicha tarea el Responsable Técnico del Contratista Principal por la persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.
- Los módulos de base deben de quedar perfectamente nivelados, tanto de forma longitudinal como transversal. El apoyo de las bases del montante se realizará sobre durmientes de tablonos de manera que se reparte uniformemente la carga en el terreno.
- Durante el montaje del andamio se comprobará que los elementos tanto verticales como horizontales se encuentre unidos entre sí y arriostrados a las diagonales propias.
- Quedará un pasaje mínimo de 0.60 m, siendo la anchura mínima de 0.80 m de la plataforma con carga.
- El peso que deberá de soportar el andamio deberá de ser menor a la carga de trabajo prevista por el fabricante.
- Se realiza un reparto uniforme de la carga sin que se provoquen desequilibrios.
- Todas las plataformas que tengan una altura mayor de 2 m deberán de poseer barandillas de 0.9 m de altura.
- Los tablonos que se encuentren en la plataforma de trabajo no deben de poseer defectos visibles, teniendo estos un adecuado aspecto y sin nudos que reduzcan su resistencia.
- Está terminantemente prohibido abandonar herramientas en los andamios ya que se existe el riesgo de que se caigan sobre personas o que las personas que caminan por los andamios se tropiecen y se caigan.
- Si algún elemento presenta algún fallo técnico o de mal funcionamiento se desmontará de forma inmediata para su posible reparación o en su defecto sustitución.

10.10. Escaleras portátiles.

En función de la tarea a realizar se elegirá un tipo de escalera u otro, teniendo en cuenta que las escaleras a utilizar deberán de ser de hierro o de aluminio. Las escaleras portátiles deben de cumplir una serie de garantías de seguridad, solidez y estabilidad, por lo que como mínimo deberán de reunir las siguientes condiciones:

- Los largueros deben de ser de una única pieza.
- Los peldaños deberán de estar bien ensamblados.
- Las escaleras en la parte superior estarán previstas de ganchos de sujeción y la base de estas llevarán un mecanismo deslizante.
- La anchura mínima de las escaleras deberá de ser de 50 cm y el espacio de los peldaños que la conformas deberá ser siempre el mismo, siendo la distancia entre 25-35 cm.
- Los peldaños deberán de estar bien embrochados o soldados a los montantes.
- Las escaleras deberán de apoyarse siempre sobre superficies planas u resistentes. Se apoyarán sobre los montantes.
- El ascenso y descenso de los operarios se realizará siempre de frente a las mismas.
- En caso de que la escalera no se pudiera amarrar a la estructura, se precisará a un operario que la sujete en la base.
- La escalera no se transportará sobre el hombre, sino de manera que la parte delantera vaya a más de 2 m sobre el suelo. Cuando el peso de la escalera requiera de dos personas para su traslado, esta norma so será de aplicación.
- Para acceder a alturas superiores de 4 m se precisará de aros guardaespaldas, a partir de 2 m se colocará una sirga paralela a uno de los montantes, que sirva de enganche a un elemento anticaídas para sujetar el cinturón durante el ascenso y descenso del operario.

10.11. Normas preventivas para la elevación de cargas.

Las normas preventivas para la elevación de cargas se recogen a continuación:

- Todos los medios necesarios para la correcta elevación de cargas deben de estar contruidos y diseñados para que siempre se manejen en condiciones adecuadas de seguridad.
- Se procederá cuando se considere necesario a realizar revisiones a los elementos cuyo deterioro se pueda considerar un riesgo.
- Antes de poner las maquinas en funcionamiento se deberá de comprobar todos los elementos.
- Se vigilará el desplazamiento de la carga cuando se estén elevando materiales, dicha función la realiza un operario acreditado para ello.

- El maquinista se situará en una posición que controle tanto la zona de carga como la de descarga.
- El maquinista deberá de tener una adecuada formación, tanto teórica como práctica.
- Cuando las maquinas no se utilicen estas se encontrarán en un lugar seguro.
- En las maquinas debe de aparecer de forma clara la carga nominal de las mismas.
- Se prohíbe la permanencia de cualquier trabajador, en la vertical de izados de cargas.
- Esta terminalmente prohibido viajar sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.

10.12. Montaje de elementos prefabricados.

10.12.1. Descripción de la unidad de obra.

Esta unidad de obra se trata del montaje de elementos prefabricados de gran tamaño como pueden ser la cubierta del digestor, los paneles sándwich de poliuretano expandido para los cerramientos y poliuretano extruido para la solera, el módulo de cogeneración, la antorcha de seguridad etc.

Todos los elementos prefabricados serán manipulados por equipos de elevación de cargas y su instalación se lleva a cabo por operarios especializados en la instalación de dichos elementos.

Para los elementos prefabricados estructurales se llevarán a cabo por operarios ubicados en plataformas elevadoras homologadas de brazo articulado.

10.12.2. Riesgos más comunes.

- Golpes.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Vibraciones.
- Vuelco de vehículos.
- Atrapamientos.
- Atropellos o coches entre vehículos.
- Contacto eléctrico, tanto directo como indirecto.

10.12.3 Normas de seguridad para el montaje de elementos prefabricados.

A continuación, se detallan una serie de normas de obligado cumplimiento para el montaje de elementos prefabricados:

- Los elementos prefabricados se transportarán de manera que no se ponga en peligro la estabilidad del vehículo, por lo que deben de estar sujetas de forma adecuada a las bridas o eslingas.

- El lugar donde se van a almacenar los elementos prefabricados antes de su colocación final debe de resistir el peso de estos y deberá de ser horizontal para evitar el riesgo de volcado de los mismos.
- Los elementos prefabricados se ubicarán en un lugar donde no afecte a los trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas de la grúa.
- Se comprobará que los anclajes que llevan los elementos prefabricados se encuentren en adecuadas condiciones. Además, se comprobará que cualquier pieza a instala se encuentre en condiciones adecuadas para evitar que cualquier parte se pudiera desprender.
- Todas aquellas operaciones de enganche que se realice a más de 2 m de deberán ejecutarse de un modo que proteja el riesgo de caída de altura.
- Todas las eslingas, cables, cadenas y ganchos que se emplean para el montaje de elementos prefabricados deben de ser revisados periódicamente.
- Los ganchos y grilletes que empleados deberán de tener cierres de seguridad.
- Todos los accesorios utilizados para el izado deberán de poseer una forma y dimensiones que garantice una sujeción firme sin que el elemento se deteriore, así como deben de indicar la máxima carga que pueden llevar en las situaciones más perjudiciales del izado.
- La grúa a utilizar se seleccionará en función de la que sea más adecuada a las cargas a elevar.
- Cuando se presentes fuertes vientos y lluvias intensas queda terminantemente prohibido el alzado y montaje de elementos prefabricados.
- La colocación de las piezas sobre el medio de transporte se realizará lo más suave y lentamente posible en descenso vertical.
- Antes del desenganchado de las eslingas, las piezas se fijarán mediante tirantes o torniquetes.
- Lo operarios dispondrán de cinturones portaherramientas.
- Los elementos en el momento de su montaje no deberán contener nieve o hielo.

10.12.4. Sistemas de protección colectiva.

Para una adecuada protección colectiva los sistemas de protección a aplicar son los siguientes:

- Señalización de la zona de trabajo.
- Colocación de barandillas perimetrales de protección.
- Líneas de vida para el enganche del cinturón/arnés de seguridad.

- Señalización sobre el uso de los equipos de protección individual necesarios y sobre los riesgos que puede haber.

10.12.5. Equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que deberán de llevar los operarios que trabajen esta esta unidad de obra son los siguientes:

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Gafas antiproyecciones.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón/arnés de seguridad.
- Calzado de seguridad, con refuerzo metálico en la puntera y la suela para prevenir riesgos mecánicos.

11. Presupuesto.

A continuación, se realiza una presupuestación del estudio de seguridad y salud realizado.

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto	
CAPÍTULO C16 SEGURIDAD Y SALUD										
D41AA212 16.001	<p>Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO</p> <p>Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm.,</p> <p>pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.</p>							8,00	150,59	1.204,72
D41AA320 16.002	<p>Ud ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS</p> <p>Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>							8,00	120,51	964,08
D41AA404 16.003	<p>Ud ALQUILER CASETA ASEO 4,00X2,25 M.</p> <p>Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4,00x2,25 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventana de 0,80x0,80 m. de aluminio anodizado hoja de corredera, con reja y luna de 6 mm. Equipada con termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos platos de ducha y un lavabo corrido con tres grifos. Instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático magnetotérmico.</p>							8,00	129,16	1.033,28
D41AA601 16.004	<p>Ud ALQUILER CASETA PREFE. ALMACEN</p> <p>Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>							8,00	110,47	883,76

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
D41AA820 16.005	Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.						8,00	220,49	1.763,92
D41AG801 16.006	Ud BOTIQUIN DE OBRA Ud. Botiquín de obra instalado.						1,00	22,07	22,07
D41AE001 16.007	Ud ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.						1,00	102,44	102,44
D41CA260 16.008	Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM. Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.						1,00	29,19	29,19
D41CA252 16.009	Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.						3,00	7,38	22,14
D41CA258 16.010	Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Ud. Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.						3,00	7,38	22,14
D41CC020 16.011	Ud VALLA DE OBRA CON TRÍPODE Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)						170,00	4,83	821,10
D41CC230 16.012	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.						179,00	1,86	332,94
D41EA001 16.013	Ud CASCO DE SEGURIDAD Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.						14,00	3,14	43,96
D41EA220 16.014	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.						14,00	11,70	163,80

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
D41EA215 16.015	Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptara casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE						8,00	35,03	280,24
D41EA230 16.016	Ud GAFAS ANTIPOLVO Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.						14,00	2,60	36,40
D41EA401 16.017	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.						14,00	2,92	40,88
D41EA410 16.018	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.						14,00	0,71	9,94
D41EC001 16.019	Ud MONO DE TRABAJO Ud. Mono de trabajo, homologado CE.						14,00	14,25	199,50
D41EC010 16.020	Ud IMPERMEABLE Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.						14,00	5,18	72,52
D41EA601 16.021	Ud PROTECTORES AUDITIVOS Ud. Protectores auditivos, homologados.						14,00	8,13	113,82
D41EC401 16.022	Ud CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.						4,00	68,90	275,60
D41EC440 16.023	Ud ARNÉS SEGURIDAD AMARRE DORSAL Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE.						4,00	27,40	109,60
D41EE014 16.024	Ud PAR GANTES PIEL FLOR VACUNO Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.						14,00	31,25	437,50

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
D41EE010 16.025	Ud PAR GUANTES NEOPRENO 100% Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.						14,00	3,19	44,66
D41EG001 16.026	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.						14,00	7,96	111,44
D41EG010 16.027	Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.						14,00	22,15	310,10
D41GG310 16.028	Ud CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.						1,00	212,94	212,94
D41GG405 16.029	Ud EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR.						3,00	46,05	138,15
D41IA001 16.030	Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.						20,00	58,27	1.165,40
D41IA020 16.031	Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE Hr. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.						20,00	12,93	258,60
D41IA040 16.032	Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. Ud. Reconocimiento médico obligatorio.								

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
							46,00	47,86	2.201,56
D41IA201	Hr EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV.								
16.033	H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.						20,00	22,68	453,60
D41IA210	Ud LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA								
16.034	Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.						14,00	164,35	2.300,90
D41IA220	Hr CUADRILLA EN REPOSICIONES								
16.035	Hr. Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/costes indirectos.						30,00	22,72	681,60
TOTAL.....								16.864,49	

El total del presupuesto de seguridad y salud asciende a DIECISEISMIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO CON CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS.

Soria, junio 2019.
El alumno De Grado en Ingeniería Agraria y Energética.

Fdo: Alberto Barrio Pérez.

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE XI: ESTUDIO ECONÓMICO

1.Introducción.	1
2. Inversión.	1
3. Flujos de caja.	1
3.1. Pagos.....	1
3.2. Cobros.	2
3.Tabla de flujos de caja.	5
4.Evaluación financiera.	6
4.1. Valor actual neto (VAN).	6
4.2. Tasa de rentabilidad (TIR).....	6
4.3. Pay-back.	6
4.4. Conclusiones.	6

1.Introducción.

En el presente anejo se estudiará la rentabilidad y viabilidad de la inversión que hay que realizar para llevar a cabo el proyecto.

El concepto de inversión se entiende como el proceso por el que un agente económico (promotor) inmoviliza unos recursos para que en periodos posteriores se obtenga una corriente de flujos positiva. Para la determinación de la inversión es necesario conocer las siguientes variables:

- El pago de la inversión.
El pago de la inversión se define como el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto comience a funcionar.
- Vida del proyecto.
La vida del proyecto se define como el número de años durante los cuales la inversión estará funcionando y generando rendimientos positivos, de acuerdo con las previsiones realizadas por el inversor. La vida útil del presente proyecto se estima en 25 años ya que es el tiempo de vida útil de los motores siempre que se realicen las revisiones de mantenimiento aconsejadas cada 5 años.
- Flujos de caja.
Los flujos de caja se tratan del resultado de las dos corrientes, corrientes de cobros y corrientes de pagos. Siendo la corriente de cobros la que corresponde a los ingresos anuales que se tienen (en nuestro caso el ahorro anual), y la corriente de pagos se atribuye a los desembolsos que hay que realizar a lo largo de los años para poder llevar a cabo el plan previsto por la inversión.
Estos flujos no están formados únicamente por los cobros y pagos ordinarios, sino que también por los cobros y pagos de carácter extraordinarios y aperiódico que se producen en alguno de los años de vida útil del proyecto.

2. Inversión.

El promotor es el dueño en el que se llevará a cabo el presente proyecto, por este motivo, el valor de la parcela no es incluye en la inversión a realizar.

El pago de toda la inversión se realizará en el año 0, ya que el promotor dispone del capital necesario para la realización de dicha operación. Este pago se trata **del presupuesto de ejecución por contrata**, siendo este de 1.008.826,36€ (sin I.VA).

3. Flujos de caja.

3.1. Pagos.

- Pagos ordinarios.
Anualmente se generarán una serie de costes producidos por el desarrollo de la actividad y el modo de operación. Los pagos que se realizan anualmente aparecen a continuación, especificando su origen.

- Oxido Férrico.
El óxido férrico es necesario para la correcta desulfuración del H₂S, el cual evita la corrosión y desgaste de la caldera de combustión y unidad de cogeneración que provoca dicho gas. Anualmente se han de consumir un total de 4.380 kg de pellet de oxido férrico, el valor de este producto es de 200 €/t, por lo que anualmente habrá que pagar 876 €.

- Mano de obra.
El promotor del proyecto no contratará a nadie más para que se encargue del control de operación de la explotación, sino que será uno de sus ingenieros el encargado de la realización de dicha tarea, con ayuda de los empleados que dispone en la granja.

- Gastos de conservación y mantenimiento de edificación y equipos.
Los gastos de conservación y mantenimiento de la explotación se estimarán un 1% sobre el presupuesto de ejecución por contrata (sin incluir el I.V.A), por lo que ascenderán a unos pagos de 494,05 € anuales.

- Gastos de combustible de tractor.
La explotación cuenta con tractor de 175 CV, el cual es el encargado de llevar diariamente la paja desde donde se encuentra almacenada, parcela contigua hasta el dosificador.
El consumo medio de este tipo de tractores es de 7,1 l/h, siendo su velocidad media 13 km/h, por lo que anualmente recorre aproximadamente una distancia de 219 km, por lo que consume un total de 119,90 l. Actualmente, el precio del gasoil agrícola se encuentra a 0,903 €/l, por lo que anualmente se consume 108,26 €.

- Pagos extraordinarios.
Los únicos costes extraordinarios se darán en los cuatro primeros años, con motivo de la certificación de la reducción de toneladas de CO₂, es decir, el periodo que duran las ayudas económicas debidas al Proyecto Clima Fondo de Carbono para una Economía Sostenible. El precio de la certificación de la reducción de toneladas de CO₂, posee un coste medio de 2.500 €/año.
No se realizará ningún otro pago extraordinario ya que los componentes que presentan menor vida útil se tratan de los motores, pero la vida útil general del proyecto se ha fijado cuando acaba la vida útil de los mismos.

3.2. Cobros.

- Cobros extraordinarios.
Los cobros extraordinarios que hay en el presente proyecto provienen de lo siguiente:
 - Valor residual de las construcciones y equipos que conforman la planta de producción de biogás. El valor residual se trata de un concepto difícil de cuantificar debido a que es muy difícil conocer la depreciación que van a tener los activos. Por ello, se estimará que el valor residual se trata de un 15% respecto al coste de ejecución por contrata. Este se trata de un valor intermedio, ya que habrá cosas que poseerán mayor valor residual

que otras, incluso habiendo elementos que no tengan ningún tipo de valor residual. El valor residual del proyecto se ha fijado en 151.324 €.

- Ayudas económicas del Proyecto Clima Fondo de Carbono para una Economía Sostenible. Estas ayudas poseerán una duración de cuatro años, los cuatro primeros años de la realización del proyecto. En estas ayudas únicamente se contabilizan las emisiones debidas a la gestión del purín siendo estas 2.157,73 t CO₂. El precio que establece el proyecto clima es el siguiente 9,7 €/t. Por lo que los 4 primeros años se cobrará 20.929,981 €/año.
- Cobros ordinarios.
Los cobros ordinarios están divididos en 3 tipos de sobros siendo estos los siguientes:

- Ahorro en energía térmica.

Cada mes habrá un ahorro en energía térmica, ya que la energía térmica que no sea utilizada para mantener al digestor en las condiciones de temperatura optimas serán destinadas a la explotación suponiendo un ahorro económico.

El precio del kWh al que se está pagando actualmente la energía térmica se ha determinado en función de la cantidad de astilla que se introduce anualmente en la caldera, suponiendo que se consume toda la astilla vertida.

El total de astilla consumida es de 625.350 kg, siendo el precio total que tiene que pagar la explotación de 50.788,74 €, teniendo en cuenta que el poder calorífico inferior de la astilla es de 4,19 kWh/kg, el precio que paga el promotor por cada kWh es de 1,9 céntimos.

A continuación, se muestra una tabla donde aparecen los ahorros estimados de energía térmica que se darán en la explotación una vez realizado el presente proyecto.

Tabla 1. Ahorros anuales estimados de energía térmica.

Fuente: Elaboración propia

Mes	Ahorro factura (€)
Enero	0
Febrero	197,812
Marzo	91,70
Abril	210,42
Mayo	596,42
Junio	1.181,00
Julio	1.649,91
Agosto	1.559,156
Septiembre	1.148,23
Octubre	352,05
Noviembre	104,27
Diciembre	0

- Venta de digestato.

El digestato producido por el digestor anaerobio, debido a su alto interés agronómico, es vendido a la planta de reciclaje Servimed Almazán SL que se encargará de deshidratar el digestato y su posterior compactación (pelletización) para su venta como fertilizante agrícola. El precio que dicha empresa paga por el digestato es de 15 €/t de materia seca, recogiendo de esta manera el purín dos veces anuales.

La cantidad anual de materia seca que posee el digestato, teniendo en cuenta el porcentaje de materia seca que hay en el digestato (4,21%) y el porcentaje de degradación de sólidos volátiles en el interior del digestor (76,5 %), es de 657,00 t, por lo que anualmente por el digestato se recibe una cantidad de 9.855,0293 €.

- Ahorro de energía eléctrica.

Destinar la energía generada a la explotación provoca que se ahorre una elevada cantidad de dinero en la tarifa eléctrica. A continuación, se expone el precio que se pagaba por la tarifa eléctrica y el precio de tarifa eléctrica que se pagará una vez implementado el proyecto. El precio estimado a pagar una vez implementado el proyecto lleva incluido el impuesto por electricidad, el I.V.A y el alquiler del contador, así como el precio fijo de la potencia contratada.

Tabla 2. Ahorro en energía eléctrica esperado.

Fuente: Elaboración propia

Mes	Precio factura eléctrica sin planta de biogás (€)	Precio factura eléctrica con planta de biogás (€)	Ahorro esperado (€)
Enero	6.341,80	3.947,58	3.947,58
Febrero	5.741,74	3.576,84	3.576,84
Marzo	6.726,33	4.265,38	4.265,38
Abril	6.768,66	4.342,08	4.342,08
Mayo	8.231,52	5.101,17	5.101,17
Junio	8.729,42	5.507,08	5.507,08
Julio	10.468,23	5.938,61	5.938,61
Agosto	9.899,47	5.899,48	5.899,48
Septiembre	8.794,80	4.736,78	4.736,78
Octubre	6.829,05	4.337,23	4.337,23
Noviembre	6.418,77	4.052,91	4.052,91
Diciembre	6.566,26	4.133,08	4.133,08

- Venta de energía eléctrica excedentaria.

La energía eléctrica que sobre en la explotación será vendida a la comercializadora al precio valle, es decir, se venderá a 0,0587 €/kWh. Este valor será descontado de la factura eléctrica mensual.

A continuación, se muestra una tabla con el precio mensual que se descontará de la factura eléctrica por la venta de la energía eléctrica.

Tabla 3. Descuento estimado por venta de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia

Mes	Ahorro factura (€)
Enero	362,33
Febrero	434,54
Marzo	387,78
Abril	653,42
Mayo	53,56
Junio	37,03
Julio	28,31
Agosto	37,52
Septiembre	34,17
Octubre	527,49
Noviembre	16,81
Diciembre	817,09

3.Tabla de flujos de caja.

Los flujos de caja se tratan del cálculo de la diferencia de los flujos de entradas de caja y salidas de caja, es decir, los cobros menos los pagos. Los flujos de caja representados en la siguiente tabla se tratan de los flujos de caja anuales, donde se incluyen todos los cobros y los pagos de cada mes.

Tabla 4. Flujos de caja.

Fuente: Elaboración propia

Año	C. ordinarios (€)	C.extraordinarios (€)	P.ordinarios (€)	P.extraordinarios (€)	Flujos de caja (€)
0	0	0	0	0	-1.008.826,36
1	87.900,31	20.929,98	1.478,31	2.500	104.851,98
2	87.900,31	20.929,98	1.478,31	2.500	104.851,98
3	87.900,31	20.929,98	1.478,31	2.500	104.851,98
4	87.900,31	20.929,98	1.478,31	2.500	104.851,98
5	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
6	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
7	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
8	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
9	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
10	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
11	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
12	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
13	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
14	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
15	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
16	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
17	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
18	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
19	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
20	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
21	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00

22	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
23	87.900,31	0	1.478,31	0	86.422,00
24	87.900,311	0	1.478,31	0	86.422,00
25	87.900,31	151.324,00	1.478,31	0	237.745,95

4. Evaluación financiera.

En este apartado se realizará una evaluación financiera donde el análisis de dicha inversión se calcula en función de un tipo de vida útil de 25 años y con un interés del 5 % anual.

4.1. Valor actual neto (VAN).

El valor actual neto se trata de una técnica la cual permite calcular el valor presente de los rendimientos financieros, flujos de caja, que se van a esperar en un futuro, los cuales se van a originar por una inversión. En resumen, se trata de la rentabilidad absoluta del presente proyecto a precios actuales en el año cero. A continuación, se muestra la formula necesaria para el cálculo de esta técnica:

$$VAN = -I_0 + \sum_T^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Siendo:

- F_t : Flujos de caja en el periodo t.
- I_0 : Desembolso inicial de la inversión.
- n: Número de años que dura la inversión (vida útil).
- k: Tipo de interés

Realizando dichos cálculos el VAN de nuestro proyecto es de 107.313,45 €, al ser mayor que 0 quiere decir que nuestro proyecto supera la rentabilidad exigida y por lo tanto es rentable su realización.

4.2. Tasa de rentabilidad (TIR).

La tasa de rentabilidad se trata del valor que toma la rentabilidad cuando el valor actual neto es igualado a 0. Su función es la de informar de la rentabilidad relativa de la inversión a realizar, siendo viable la inversión cuando es superior a la tasa de actualización. La tasa de rentabilidad se ha calculado con los datos indicado en los apartados anteriores de este anejo y con el programa de Excel siendo su valor de 7,96%.

4.3. Pay-back.

El Pay-back se trata de una técnica el cual trata de estimar el periodo en el que se tarda en recuperar la inversión inicial, es decir, trata de predecir el momento en el que los flujos de caja coinciden con la inversión. El Pay-back del presente proyecto es de 11 años.

4.4. Conclusiones.

La evaluación financiera llevada a cabo muestra los siguientes resultados basándonos en una tasa de interés del 5%:

- Con la tasa de intereses que se ha estudiado, el valor actualmente es mayor que 0 por lo que la realización del proyecto es viable.

- El valor de la tasa de retorno es satisfactorio.
- El plazo de recuperación de la inversión efectuada para la realización del presente proyecto se ha estimado en 11 años.

ANEJO XII: PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

ÍNDICE ANEJO XIII: PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

1. Introducción.....	1
2. Actividades a realizar.....	1
3. Puesta en marcha.....	3
4. Diagrama de GANTT.....	4

1. Introducción.

En el presente anejo se ha elaborado un programa de ejecución de las obras para organizar todas las actividades de la obra a realizar, de manera que se garantice una adecuada ejecución de las obras. Así pues, en este anejo se determinan las actividades de la obra que se deben realizar y el tiempo previsto que se tardará en realizar cada una de ellas.

Estas actividades serán realizadas por el contratista, dentro del plazo previamente establecido, una vez que se tengan todas las autorizaciones necesarias para la realización del proyecto.

2. Actividades a realizar.

Las actividades que se deben realizar, para la ejecución completa del proyecto, se han dividido en tarea y subtareas siendo estas las que aparecen a continuación:

- Movimiento de tierras.
 - Desbroce y limpieza del terreno.
 - Replanteo
 - Excavación de zanjas de cimentación.
 - Excavación de zanjas para el alojamiento de cableado y tuberías.
 - Relleno de zanjas con cama de arena fina.
 - Relleno de superficie con zahorra.
 - Transporte de tierra del terreno no utilizada a vertedero.

- Demolición.
 - Demolición de parte de la solera de la balsa de purín.

- Cimentación.
 - Encofrado de losas, zapatas y soleras para el posterior hormigonado.
 - Hormigonado de losas, zapatas y soleras.

- Estructuras.
 - Cerramientos y muros de hormigón.
 - Vigas de celosía.

- Aislamiento e impermeabilización.
 - Impermeabilización de solera de digestor.
 - Aislamiento de cerramientos y solera del digestor.

- Albañilería y revestimientos.
 - Revestimiento de cerramientos interiores de digestor anaerobio.
 - Aplicación de pintura intumescente a las vigas de celosía.
 - Colocación de chapa de acero en la parte exterior de cerramientos del digestor anaerobio.

- Instalación hidráulica.
 - Instalación de tuberías y valvulería hidráulica.
 - Instalación de bombas sumergibles.

- Instalación de calefacción.
 - Instalación de intercambiador de calor.
 - Colocación de aislamiento térmico a tuberías destinadas a calefacción.
 - Colocación de tuberías destinadas a calefacción y toda la valvulería necesaria para su correcto funcionamiento.

- Instalación de gas.
 - Instalación de deshumidificador.
 - Instalación de antorcha de seguridad.
 - Instalación de columna de desulfuración.
 - Instalación de las tuberías de gas, así como toda la valvulería y elementos accesorios.
 - Instalación del gasómetro.
 - Instalación del soplante de aire.

- Instalación de sistemas de agitación.
 - Instalación de agitadores en el interior del digestor anaerobio.
 - Instalación de agitador en tanque de mezclado.

- Instalación de elevación y dosificación de la paja.
 - Instalación de dosificador y tornillo sin fin.

- Instalación de instrumentación y control.
 - Instalación de equipos de monitorización y control.
 - Instalación de cableado de datos y tubos corrugados.
 - Instalación de SCADA y cuadro de control.

- Instalación eléctrica.
 - Instalación y montaje de cuadros eléctricos y elementos de control eléctrico (variador de frecuencia y contador)
 - Instalación de cableado de equipos eléctricos y bandejas perforadas.
 - Instalación de cableado de cuadros eléctricos.
 - Colocación de cinta de señalización.

- Instalación de equipos de generación eléctrica.
 - Instalación del modulo de cogeneración, junto con caldera de combustión, y cableado eléctrico del mismo.

- Colocación de equipos de extinción de incendios.
 - Colocación de extintores.
 - Colocación de alarmadas de tipo manual.

3. Puesta en marcha.

La puesta en marcha se trata desde la ejecución de la obra hasta el momento en el que se empieza a producir energía en la unidad de cogeneración.

Cuando se realice la puesta en marcha todas las obras deberán de encontrarse completamente finalizadas.

Para la correcta ejecución de la obra es necesaria mano de obra. La mano de obra que va a ver en cada una de las actividades de la obra se detalla a continuación:

Tabla 1. Mano de obra para las diferentes actividades que conforman la obra. Fuente: Elaboración propia.

Concepto	Obreros
Movimiento de tierras	3
Demolición	1
Cimentación	6
Estructuras	7
Asilamiento e impermeabilización	4
Albañilería y revestimientos	4
Instalación hidráulica	5
Instalación de calefacción	7
Instalación de gas	3
Instalación de sistemas de agitación	3
Instalación de elevación y dosificación de paja	3
Instalación de instrumentación y control	4
Instalación eléctrica	4
Instalación de equipos de generación de energía	4
Colocación de equipos de extinción de incendios	2

Teniendo en cuenta los trabajadores asignados, el numero de días de trabajos asignados para cada una de las tareas para la ejecución de la obra será:

Tabla 2. Número de días de trabajo las diferentes actividades que conforman la obra. Fuente: Elaboración propia.

Concepto	Número de días
Movimiento de tierras	101
Demolición	3,5
Cimentación	53,3
Estructuras	76
Aislamiento e impermeabilización	19
Albañilería y revestimientos	6
Instalación hidráulica	2,5
Instalación de calefacción	16
Instalación de gas	5
Instalación de sistemas de agitación	2

Instalación de elevación y dosificación de paja	3
Instalación de instrumentación y control	23
Instalación eléctrica	40
Instalación de equipos de generación de energía	30
Extinción de incendios	1
Pruebas de estanqueidad de depósitos	1
Introducción de carga inicial	0,5
Agitación de carga inicial y eliminación de O ₂	17
Prueba de inicio de producción de biogás	1

4. Diagrama de GANTT.

El diagrama de GANTT se trata de una herramienta gráfica en el cual se muestra el tiempo de dedicación previsto para cada una de las diferentes actividades que conforman las obras.

Desde su creación, el diagrama de GANTT es una herramienta básica para la gestión de proyectos con el objetivo de mostrar una línea en el tiempo de las diferentes actividades haciendo el método mas eficiente.

El máximo de trabajadores que van a estar simultáneamente en la obra son 14, siendo estos los encargados de realizar el movimiento de tierras (2), la cimentación (6), el aislamiento e impermeabilización (4) y el comienzo de la instalación de los equipos de generación de energía (2).

El diagrama que tenemos en nuestro proyecto se muestra a continuación:

Tarea	Fecha	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Movimiento de tierras	02/01/2020-14/04/2020	■							
Demolición	05/01/2020-08/01/2020	■							
Cimentación	29/01/2020-21/03/2020		■						
Estructuras	22/03/2020-07/06/2020			■					
Aislamiento e impermeabilización	07/03/2020-18/03/2020			■					
Albañilería y revestimientos	08/06/2020-15/06/2020						■		
Instalación hidráulica	06/06/2020-08/08/2020						■		
Instalación de calefacción	09/06/2020-24/06/2020						■		
Instalación de gas	25/06/2020-30/06/2020							■	
Instalación de sistemas de agitación	09/06/2020-11/06/2020						■		
Instalación de elevación y dosificación de paja	11/06/2020-13/06/2020						■		
Instalación de instrumentación y control	19/03/2020-13/04/2020			■					
Instalación eléctrica	03/03/2020-11/04/2020			■					
Instalación de equipos de generación de energía	20/03/2020-20/04/2020			■					
Extinción de incendios	21/04/2020				■				
Pruebas de estanqueidad de depósitos	15/06/2020						■		
Introducción de carga inicial	24/06/2020							■	
Agitación de carga inicial y eliminación de O2	25/06/2020-11/07/2020							■	
Prueba de inicio de producción de biogás	12/07/2020							■	
Seguridad y salud	02/01/2020-30/06/2020	■							

ANEJO XIII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

MANO DE OBRA			
U01AA011	Hr	Peón suelto	14,41
U01AA015	Hr	Maquinista o conductor	14,80
U01FA103	Hr	Oficial 1ª encofrador	22,30
U01FA105	Hr	Ayudante encofrador	18,90
U01FA201	Hr	Oficial 1ª ferralla	18,00
U01FA204	Hr	Ayudante ferralla	16,50
U01FP501	Hr	Oficial 1ª impermeabilizador	16,00
U01FP502	Hr	Ayudante impermeabilizador	14,20
U01FZ101	Hr	Oficial 1ª pintor	16,20
U01FZ105	Hr	Ayudante pintor	12,60
MO003	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11
MO102	Hr	Ayudante de electricista	17,50
MO008	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11
MO107	Hr	Ayudante de fontanero	18,26
MO010	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11
MO109	Hr	Ayudante instalador de gas	17,50
MO045	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra	19,27
MO092	Hr	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra	18,29
MO047	Hr	Oficial 1ª montador de estructura metálica	19,37
MO094	Hr	Ayudante montador de estructura metálica	18,29
MO054	Hr	Oficial 1ª montador de aislamientos	19,11
MO101	Hr	Ayudante de montador de aislamientos	17,53
TO02300	Hr	Peón especializado	18,28
TO02322	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07
TO02320	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06

UO1FX001	Hr	Titulado medio o graduado especialista en topografía	30,46
MAQUINARIA			
U02AK001	Hr	Martillo compresor 2.000 l/min	4,00
U02FA001	Hr	Pala cargadora 1,30 M3.	22,00
U02FK001	Hr	Retroexcavadora	28,00
U02JA003	Hr	Camión 10 T. basculante	34,00
U02OA010	Hr	Pluma grúa de 30 mts.	3,80
U02OA025	Hr	Montaje y desmontaje P.L.G 30 m	0,15
U02SM005	Hr	Grupo motobomba de 6 C.V.	6,40
U02SW001	Lt	Gasóleo A	1,06
U02SW005	Ud	Kilowatio	0,14
MQ06BHE010	Hr	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón	169,73
MQ08SOL020	Hr	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	3,19
MR0032	Hr	Grúa móvil	29,53
1-5-3	Hr	Compactador manual	7
1-6-2	Hr	Camión cisterna de 8 m3 de capacidad	40,08
1-6-3	Hr	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	41,00
1-6-4	Hr	Dumper de descarga frontal de 2 toneladas de carga útil	9,27
ÁRIDOS, CONGLOM., ADITIVOS Y VARIOS			
U04MA513	M3	Hormigón HM-20/P/40/ Ila central	96,60
MT10HAF010USM3	M3	Hormigón HA-30/B/20/IIb, fabricado en central	82,5
MT10HAF010WSM3	M3	Hormigón HA-30/B/20/IV, fabricado en central.	92,90
MT10HAF010WSB	M3	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	106,45
U04MX001	M3	Bombeado hormigón 56 a 75 M3	14,00
U04MX100	Ud	Despl.y Mont. camión bomba	131,40
U04PQ001	Lt	Sika Parement	1,72

1-6-5	t	Zahorra natural caliza	8,66
1-5-4	M3	Arena fina	2,47
ACERO PARA ARMAR Y TALLER			
U06AA001	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13
U06DA010	Kg	Puntas plana 20x100	1,47
U06GA001	Kg	Acero corrugado B 500-S	0,80
U06GG001	Kg	Acero corrugado B 400-S	0,68
MT07ALA010DA	Kg	Acero laminado 10025 S275JR	0,96
MADERA PARA ENCOFRAR Y CUBRIR			
U07AI001	M3	Madera pino encofrar 26 mm	12,12
U07GA005	M2	Tablero encofrar 25 mm. 4	3,22
AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZANTES			
U15EG025	M2	Geotextil COPSATEX 250 gr/m2	1,14
U15EG042	M2	Geotextil polipropileno. 140 gr/m2	1,15
U16DA002	M2	Lámina PVC Almapol 0,80 mm.	2,77
U16GA211	Kg	PVC líquido perfilador	10,52
MT16PEL010AQ	M2	Panel rígido de poliestireno expandido	14,31
MT16PVI030GB	M2	Panel de vidrio celular	58,20
MT17COE080DB	M	Coquilla cilíndrica 42 mm de diámetro interior y 40 mm de espesor de lana de vidrio	5,86
MT17COE080EC	M	Coquilla cilíndrica de 48 mm de diámetro interior y 40 mm de espesor de lana de vidrio	6,13
5-4-1	Ud	Cubierta flotante 1272,23 M2	12.722,30
ELECTRICIDAD			
U30GA001	MI	Conductor cobre desnudo 35mm2	4,02
U30GA010	Ud	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	13,60
U30JW001	MI	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	0,30
U30JW125	MI	Tubo PVC rígido M 20/gp5	1,33
12-9-2	Ud	Pequeño material eléctrico y herramientas	0,50

MT35CUN030A	M	Cable multipolar RV-K 2 x 2,5 mm ²	0,85
MT35CUN030C	M	Cable multipolar RV-K 2 x 4 mm ²	1,25
MT35CUN030G	M	Cable multipolar RV-K 3 x 4 mm ²	1,32
MT35CUN030T	M	Cable multipolar RV-K 2 x 10 mm ²	2,87
MT35CUN030X		Cable multipolar RV-K 3 x 2,5 mm ²	1,24
MT35CUN030Y	M	Cable multipolar RV-K 3 x 95 mm ²	30,71
MT35CUN030Z	M	Cable multipolar RV-K 2 x 16 mm ²	4,28
13-6-1	M	Cable multipolar RV-K 3 x 10 mm ²	4,78
13-7-1	M	Cable multipolar RV-K 3 x 16 mm ²	7,39
13-8-1	M	Cable multipolar RV-K 3 x 25 mm ²	10,47
13-9-10	M	Cable multipolar RV-K 4 x 25 mm ²	24,99
13-10-1	M	Cable de cobre desnudo de 50 mm ² , incluye cable de conexión entre elementos y toma de tierra	11,60
13-12-1	M	Cinta de señalización	0,02
MT35UNE001A	M	Bandeja perforada de PVC de 60 x 75 mm.	8,74
MT35UNE003A	M	Tapa de PVC para la colocación a presión.	4,18
MT35UNE006A	Ud	Pieza de unión entre tramos, incluye tornillos.	2,92
MT35UNE015AA	Ud	Soporte horizontal de PVC, incluye tornillos.	5,71
13-13-1	Ud	Contador bidireccional	257,00
13.14	Ud	Cuadro eléctrico de baja tensión	331,00
13-16-1	Ud	Variador de frecuencia	863,10
12-9-1	M	Cable de datos	2,81
12-10-1	M	Tubo corrugado	1,50
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			
U35AA006	Ud	Extintor polvo ABC 6 Kg.	43,27
U35AB105	Ud	Armario ext. 6/9 kg en chapa con Puerta corredera	29,69
U35AB115	Ud	Cristal de 3 mm. para armario	6,82

U35FG005	Ud	Pulsador alarma rearmable	15,98
PINTURAS O SIMILARES			
U36IC040	Kg	Antioxidante	6,70
U36IE020	Kg	Revestimiento intumescente	13,62
MT14ADG010A	kg	Adhesivo bituminoso	12,86
MT16AAA020HB	Ud	Fijaciones mecánicas	0,50
MT17COE120	Kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas	2,04
MT27PFP010B	l	Imprimación	3,30
MT27PIR010A	l	Pintura plástica	6,68
TUBERIAS Y VALVULERÍA			
9-2-1	M	Conducción PE100 DN 40	1,77
UF14545	M	Conducción de acero inoxidable DN 32	28,65
UF15525	M	Conducción acero inoxidable DN 38	32,64
7-1-3	M	Conducción PE100 DN50 PN16	6,50
9-1-1	M	Conducción PE100 DN 63 PN1	3,59
8-4-2	Ud	Válvula reguladora de presión laton DN 50	11,21
8-5-1	Ud	Valvula de bola de 3 vías de acero inoxidable DN 50 accionada con actuador eléctrico monofásico	325
9-3-1	Ud	Valvula bola de acero inoxidable 2P 2 1/2 " accionada con actuador eléctrico monofásico	215
9-4-1	Ud	Válvula de bola 3 vías de acero inoxidable 2 1/2" accionada con actuador electrico monofásico	261
MT43ACR220A	Ud	Valvula reguladora de gas	28,13
PSESAA03268	Ud	Válvula bola de acero inoxidable 2P 2" N con actuador electrico	112,60
PSESAA05053	Ud	Válvula de retención INOX-CHECK DN50	39,06
MT37WWW00	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	
EQUIPOS Y OTROS ELEMENTOS			
10-1-1	Ud	Agitador submergible digestor anaerobio	4.236,25
10-2-1	Ud	Agitador tanque de mezclado	3.523,63
11-1-1	Ud	Dosificador de paja	15.322,41

11-2-1	Ud	Elevador de paja (tornillo sin fin)	10.236,23
12-1-1	Ud	Software SCADA y elementos que componen esta unidad	30.000,16
12-1-2	Ud	Cuadro de control y conjunto de elementos de esta unidad	19.000,77
12-3-1	Ud	Sonda de nivel	1271,71
12-4-1	Ud	Caudalímetro electromagnético	1.408,44
12-7-1	Ud	Analizador de biogás	3.415,27
12-8-1	Ud	Transmisor universal	525,00
12-8-2	Ud	Sonda de temperatura	75,87
12-8-3	Ud	Sonda de potencial redox	102,33
12-8-4	Ud	Sonda de medición de pH	102,33
14-2-1	Ud	Caldera de combustión	10.944,50
14-5-1	Ud	Modulo de cogeneración	256.000,00
6-3-1	M2	Chapa de acero 0,6 mm	11,77
9-10-1	Ud	Antorcha de seguridad	10.256,80
9-11-1	Ud	Válvula de alivio de presión	1.500,00
9-12-1	Ud	Gasometro 1043,39 M2	81.400,00

U42		SEGURIDAD Y SALUD	
U42AA212	Ud	Alquiler caseta oficina con aseo	146,20
U42AA404	Ud	Alquiler caseta aseo 4,00x2,35	125,40
U42AA601	Ud	Alquiler caseta prefabricada.almacen	107,25
U42AA810	Ud	Alquiler caseta para.vestuarios	117,00
U42AA820	Ud	Transporte caseta prefabricada	185,25
U42AE001	Ud	Acomet.prov.elect.a caseta.	99,45
U42AG801	Ud	Botiquín de obra.	21,43
U42CA252	Ud	Cartel de uso obligatorio casco	5,72
U42CA258	Ud	Cartel de peligro zona de obras	5,72
U42CA260	Ud	Cartel combinado de 100x70 cm.	26,18
U42CC020	Ud	Valla reflexiva de señalización	79,38
U42CC230	MI	Cinta de balizamiento reflectiva	0,37
U42EA001	Ud	Casco de seguridad homologado	3,05
U42EA215	Ud	Pantalla cortocircuito electrico	34,01
U42EA220	Ud	Gafas contra impactos.	11,36
U42EA230	Ud	Gafas antipolvo.	2,52
U42EA401	Ud	Mascarilla antipolvo	2,84

U42EA410	Ud	Filtro.recambio masculino.antipolvo	0,69
U42EA601	Ud	Protectores auditivos.	7,89
U42EC001	Ud	Mono de trabajo.	13,84
U42EC010	Ud	Traje de agua amarillo-verde	5,03
U42EC401	Ud	Cinturón de seguridad homologado	66,89
U42EE014	Ud	Par guantes piel vacuno	9,82
U42EG001	Ud	Par de botas de agua.	7,73
U42EG010	Ud	Par de botas seguridad con punta serraje	21,50
U42GE750	Ud	Cuadro secundario de obras	203,63
U42IA001	Hr	Comite de seguridad e higiene	56,57
U42IA020	Hr	Formación seguridad e higiene	12,55
U42IA040	Ud	Reconocimiento médico obligatorio	46,46
U42IA201	Hr	Equipo de limpieza.y conservación	22,02
U42IA301	Ud	Limpieza y desinfección caseta	159,56

ANEJO XIV: ANEJO BIBLIOGRÁFICO

1. Pascual A, Ruiz B, Gómez P, Flotats X, Fernández B. Situación y potencial de generación de biogás. Estudio Técnico PER 2011-2020. Inst para la Divers y Ahorr la Energía [Internet]. 2011 [cited 2019 Jun 22]; (Madrid). Available from: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/13479/Estudio_tecnico_PER-16_Situacion_y_potencial_de_generacion_de_biogas.pdf?sequence=1
2. Padilla Sevillano AW, Rivero Méndez JF. Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos recolectados del Complejo Arqueológico Huaca de la Luna [Internet]. Revista Ciencia y Tecnología. 2017 [cited 2019 Jun 22]. p. 29–43. Available from: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/download/1358/1390>
3. PSE PROBIOGAS, de Oviedo Marañón Maison U, Fernández Nava E, Castrillón Peláez Y. Manual de Estado del Arte de la Co-digestión Anaerobia de Residuos Ganaderos y Agroindustriales Coordinadores [Internet]. 2009 [cited 2019 Jun 22]. Available from: http://www.canseixanta.cat/zi.arxiu/apergas.cat/textweb/00000070/PROBIOGAS_Manual_de_estado_del_arte.pdf
4. Nachwachsende Rohstoffe eV F. Guía sobre el Biogás Desde la producción hasta el uso [Internet]. 2010 [cited 2019 Jun 22]. Available from: www.fnr.de
5. Agencia Andaluza de la Energía. ESTUDIO BÁSICO DEL BIOGÁS [Internet]. 2011 [cited 2019 Jun 22]. Available from: https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/documentos/estudio_basico_del_biogas_0.pdf
6. Jiménez Montoya P, García Meseguer A, Morán Cabré F, Arroyo Portero JC, Castillo Talavera A. Jiménez Montoya esencial: hormigón armado. CINTER; 2018.
7. Deublein D, Steinhauser A. Biogas from Waste and Renewable Resources [Internet]. [cited 2019 Jun 22]. Available from: http://www.zorg-biogas.com/upload/book_biogas_plant.pdf
8. Cuesta MJ, Martín F, Gemma S, Crespo V. VT 17 Informe de vigilancia tecnológica [Internet]. Madrid; 2010 [cited 2019 Jun 22]. Available from: www.madrimasd.orgwww.madrid.org
9. Minenergia, PNUD, FAO, GEF. Manual de biogás [Internet]. Santiago de Chile; 2011 [cited 2019 Jun 22]. Available from: <http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
10. Grupo biotar, Universidad de Sevilla.

DOCUMENTO II: PLANOS

ÍNDICE DOCUMENTO II: PLANOS.

PLANO Nº 1: SITUACIÓN.

PLANO Nº 2: PLANO DE EMPLAZAMIENTO.

PLANO Nº3: PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL.

PLANO Nº4: PLANO DE PLANTA.

PLANO Nº5: PLANO DE ZANJAS CON CABLES ELÉCTRICOS.

PLANO Nº6: PLANO DE ZANJAS CON TUBERIAS.

PLANO Nº7: ZANJAS.

PLANO Nº7.1: SECCIÓN DE ZANJAS-1.

PLANO Nº7.2: SECCIÓN DE ZANJAS-2.

PLANO Nº8: ALZADOS.

PLANO Nº8.1: ALZADOS MODULO DE COGENERACIÓN.

PLANO Nº8.2: ALZADOS DE DIGESTOR ANAEROBIO.

PLANO Nº8.3: ALZADOS TANQUE DE MEZCLADO.

PLANO Nº9: PLANTAS.

PLANO Nº9.1: PLANTA DE MODULO DE COGENERACIÓN.

PLANO Nº9.2: PLANTA DE DIGESTOR.

PLANO Nº9.3: PLANTA DE TANQUE DE MEZCLADO.

PLANO Nº9.4: PLANTA DE DEPOSITO DE PURÍN Y DIGESTATO.

PLANO Nº10: PLANOS DE SECCIONES.

PLANO Nº10.1: SECCIÓN DE DIGESTOR ANAEROBIO.

PLANO Nº10.2: SECCION DE TANQUE DE MEZCLAO.

PLANO Nº10.3: SECCIÓN DE SECCIÓN DE DEOSITO DE PURÍN Y DEPOSITO DE DIGESTATO (MURO DIVISORIO).

PLANO Nº11: PLANOS DE DETALLE.

PLANO Nº11.1: LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS MODULO DE COGENERACIÓN.

PLANO Nº11.2: LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS DIGESTOR ANAEROBIO.

PLANO Nº11.3: LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS TANQUE DE MEZCLADO.

PLANO Nº12: LOSAS DE CIMENTACIÓN DE EQUIPOS AUXILIARES.

PLANO Nº13: COLUMNA DE ABSORCIÓN

PLANO Nº14: ESQUEMA UNIFILAR.

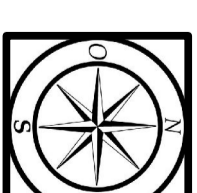
PLANO Nº14.1: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELECTRICO DEL DIGESTOR.



PLANO Nº14.2: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELÉCTRICO DEL TANQUE DE MEZCLADO.

PLANO Nº14.3: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELECTRICO GENERAL DE PLANTA DE BIOGÁS.

PLANO Nº14.4: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELÉCTRICO GENERADOR.



PLANO Nº15: DIAGRAMA DE PROCESO.

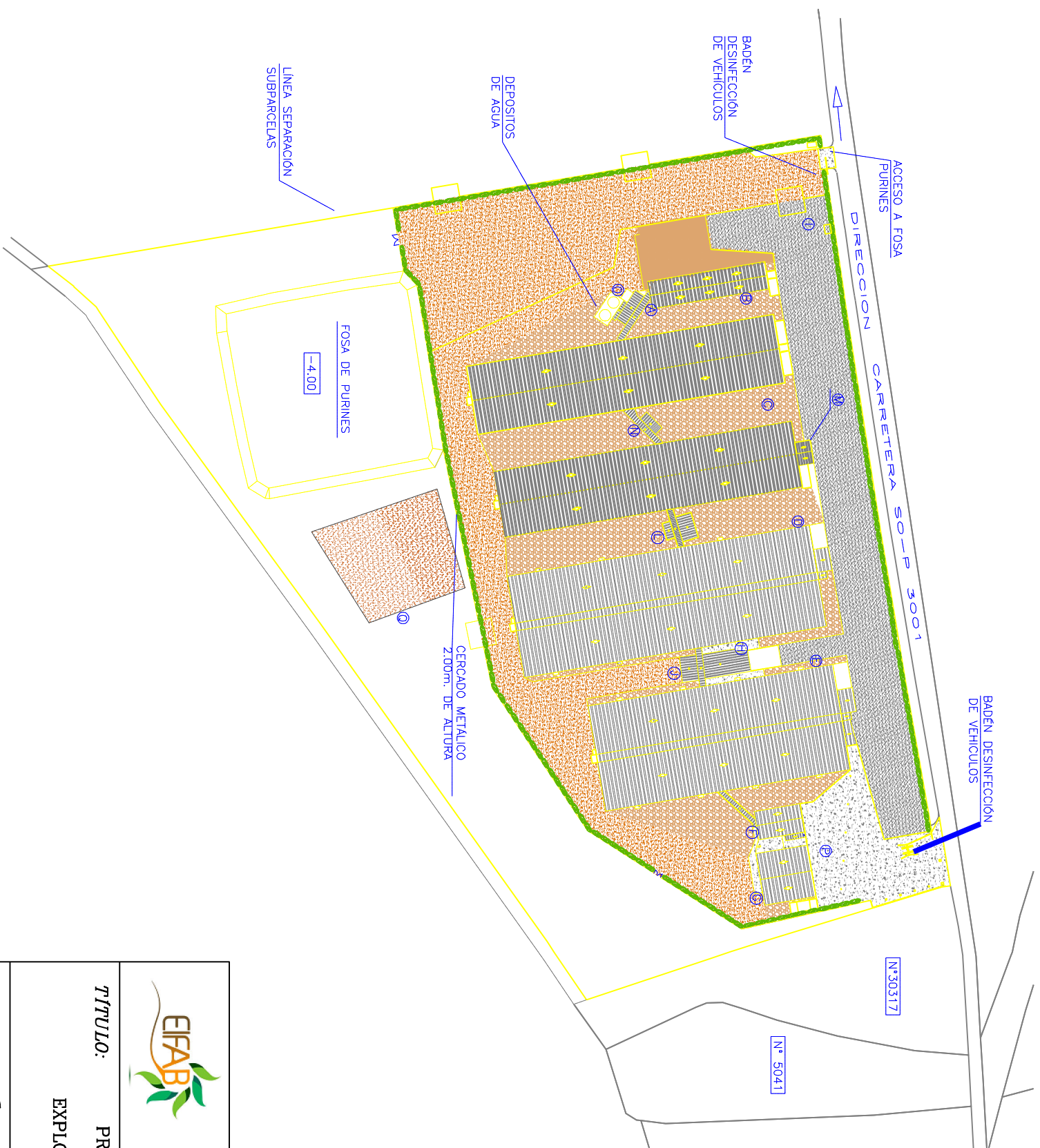


 <p>U.V.A.-E. I FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p>		
<p>TITULO: PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA DE PRODUCCION DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGETICO DE EXPLOTACION PORCINA, UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>		
LOCALIZACION:	El Cubo de la Sotana (Soria)	ESCALA: VARIAS
FECHA: 20/06/2019	DENOMINACION:	PLANO N.º 1
FIRMA: ALUMNO:Alberto Barrio Pérez		

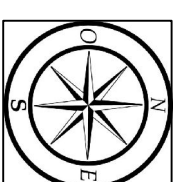




COORDENADAS: 549856,73-4604425,89
PARCELA 20317 POLIGONO 13

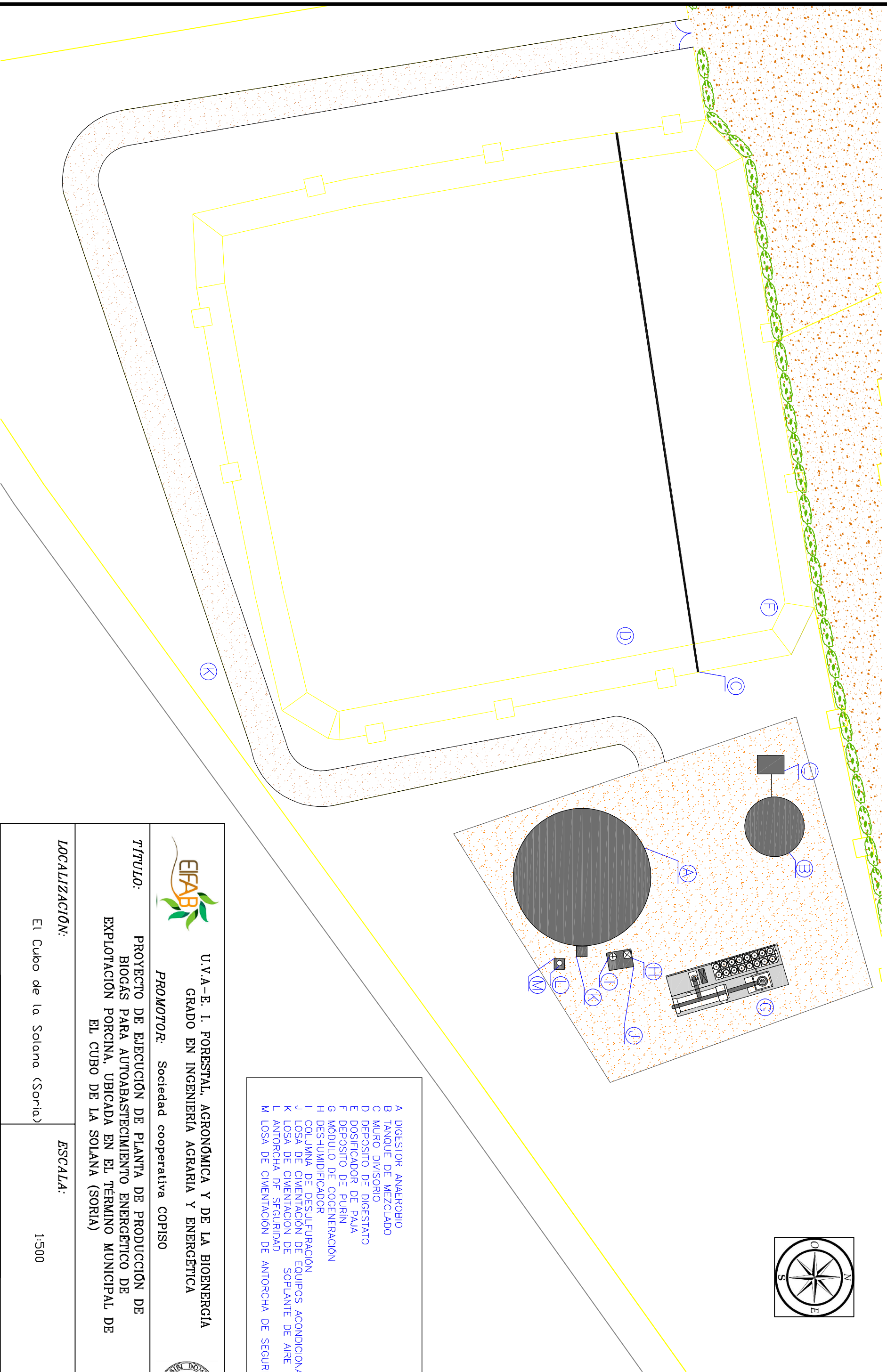
 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)		
LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA: 1:10.000	
FECHA: 20/06/2019 FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	DENOMINACIÓN: PLANO DE EMPLAZAMIENTO	PLANO N.º: 2



- A NAVE RECRIA (45,40x10,40m) 472,16 m²
- B NAVE GESTACIÓN-CONTROL (119,30x26,50m) 3.161,45 m²
- C NAVE GESTACIÓN-CONFIRMADA (115,40x25,40m) 2.931,16 m²
- D NAVE PARTOS (117,60x39,30m) 4.621,68 m²
- E NAVE DESTETE (81,80x40,30m) 3.296,54 m²
- F OFICINAS (18,40x11,40m) 209,76 m²
- G ALMACÉN (20,00x20,00) 400m²
- H SALA DE CALDERAS
- I SALA DE CALDERAS
- J CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- K SALA DE MAQUINAS
- L CUARTO DUCHAS CERDAS
- M EDIFICIO VISITAS
- N SALA DE ORDENADORES Y COMPRESORES
- O SALA DE BOMBAS
- P CUARTOS ELÉCTRICOS Y CUARTO ELECTROGENO
- Q ESPACIO DE OCUPACION DEL PROYECTO (1.789,33 m²)



 <p>U.V.A-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 	
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>	
<p>LOCALIZACIÓN:</p> <p>El Cubo de la Solana (Soria)</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:2000</p>
<p>FECHA: 20/06/2019</p> <p>FIRMA:</p> <p>ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>	<p>DENOMINACIÓN:</p> <p>PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL</p>
	<p>PLANO N°: 3</p>



- A DIGESTOR ANAEROBIO
- B TANQUE DE MEZCLADO
- C MURO DIVISORIO
- D DEPÓSITO DE DIGESTATO
- E DOSIFICADOR DE PAJA
- F DEPÓSITO DE PURÍN
- G MÓDULO DE COGENERACIÓN
- H DESHUMIDIFICADOR
- I COLUMNA DE DESULFURACIÓN
- J LOSA DE CIMENTACIÓN DE EQUIPOS ACONDICIONADORES
- K LOSA DE CIMENTACIÓN DE SOPLANTE DE AIRE
- L ANTORCHA DE SEGURIDAD
- M LOSA DE CIMENTACIÓN DE ANTORCHA DE SEGURIDAD



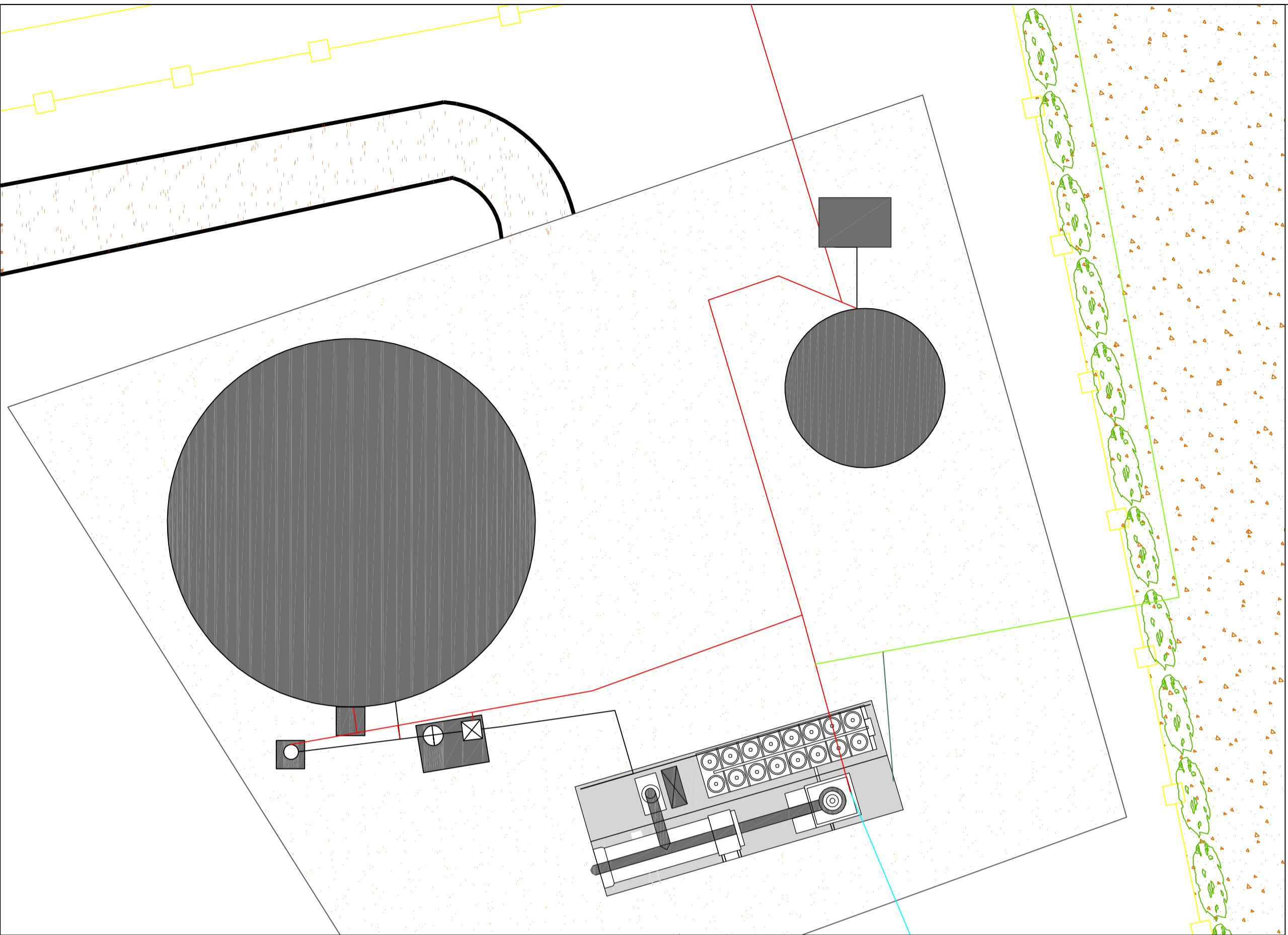
U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA
 PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO



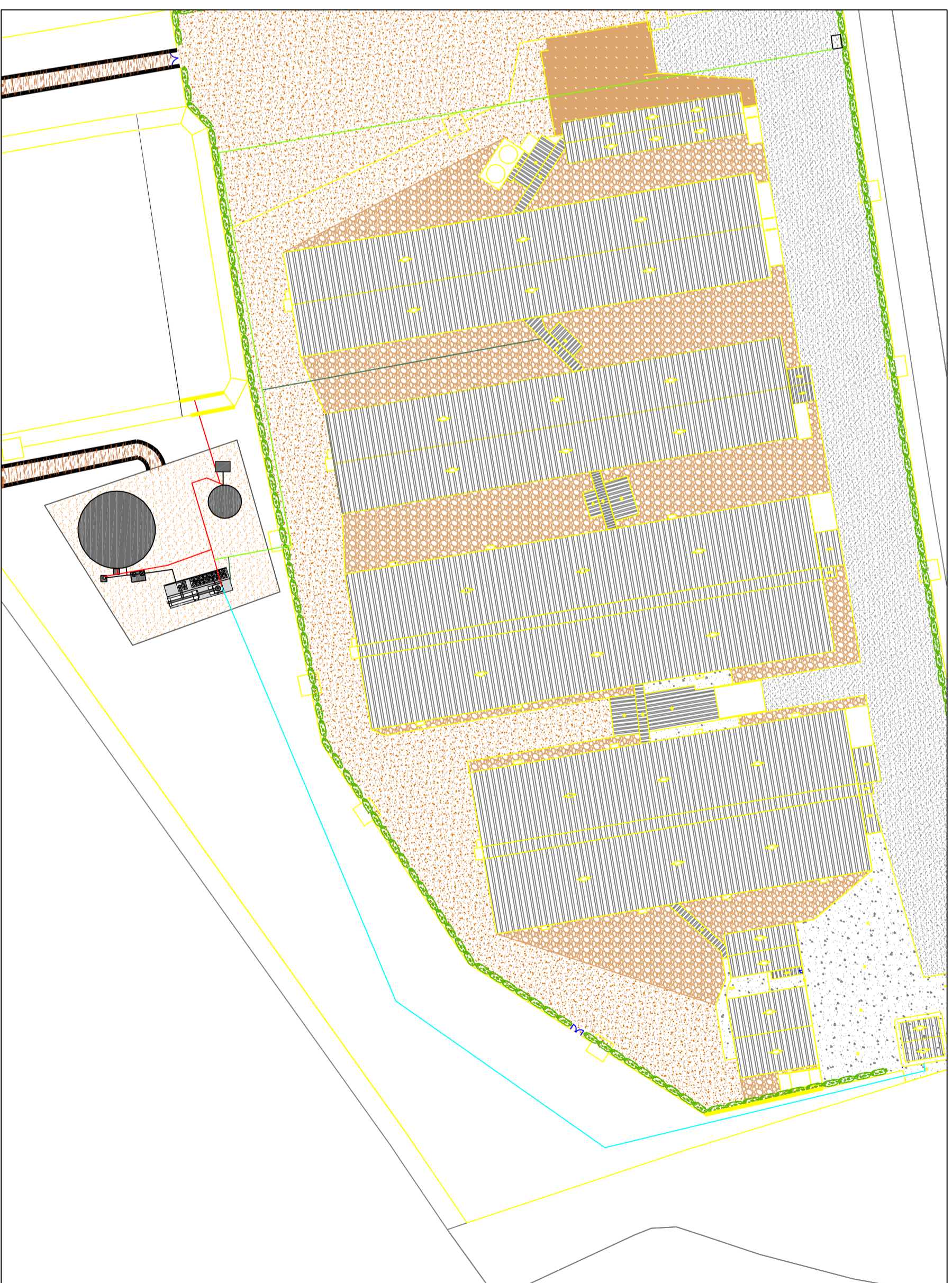
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN:	El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA:	1:500
---------------	------------------------------	---------	-------

FECHA: 20/06/2019	DENOMINACIÓN:	PLANO Nº: 4
FIRMA:	ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	
	PLANO DE PLANTA	





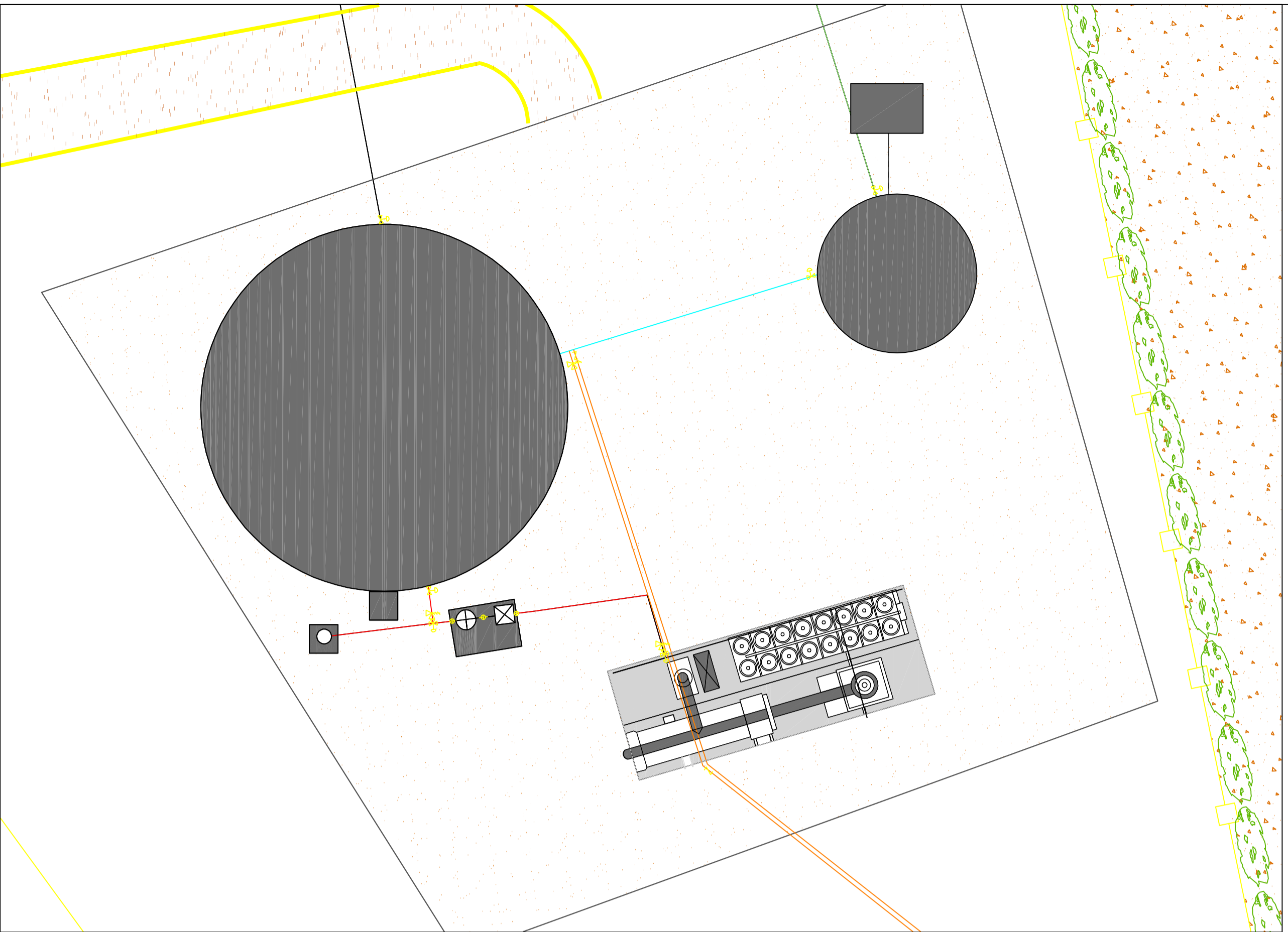
ESCALA 1:200



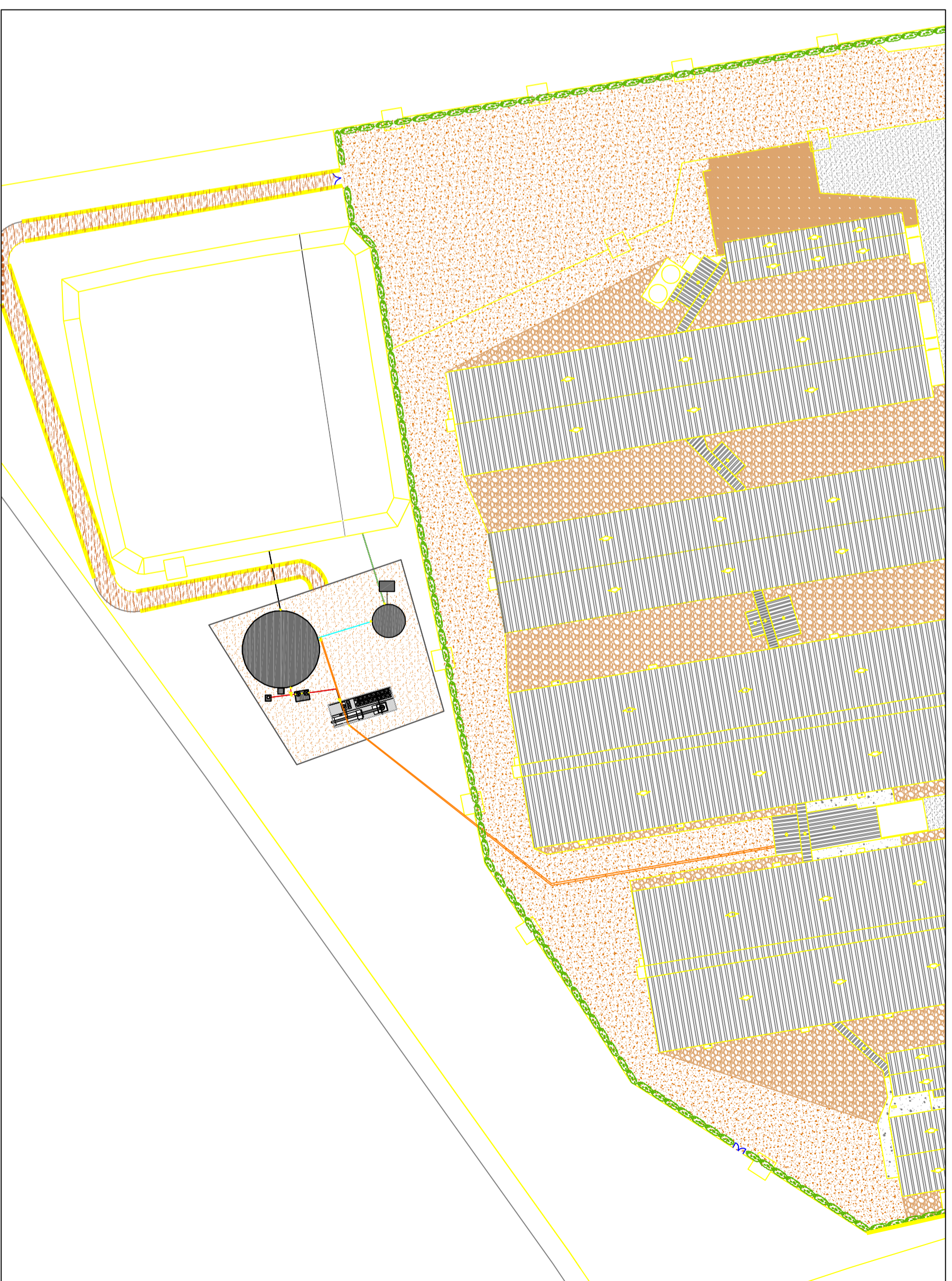
ESCALA 1:1000

—	ZANUA CON CABLEADO DE CUADROS ELÉCTRICOS, EQUIPOS ELÉCTRICOS Y CABLEADO DE DATOS
—	ZANUA CON CABLEADO DE CUADRO ELÉCTRICO GENERAL DE LA PLANTA Y CUADRO ELÉCTRICO DE MÓDULO DE COGENERACIÓN
—	ZANUA CON CABLEADO DE UNIDAD DE COGENERACIÓN Y CABLEADO DE DATOS
—	ZANUA CON CABLEADO DE UNIDAD DE COGENERACIÓN

 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 	
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>	
<p>LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)</p>	<p>ESCALA: VARIAS</p>
<p>FECHA: 20/06/2019</p> <p>FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>	<p>DENOMINACIÓN: UBICACIÓN DE ZANJAS CON CABLES ELÉCTRICOS</p>
<p>PLANO N.º: 5</p>	



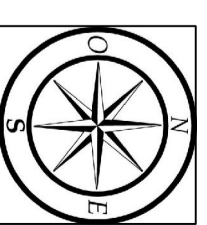
ESCALA 1:200



ESCALA 1:1000

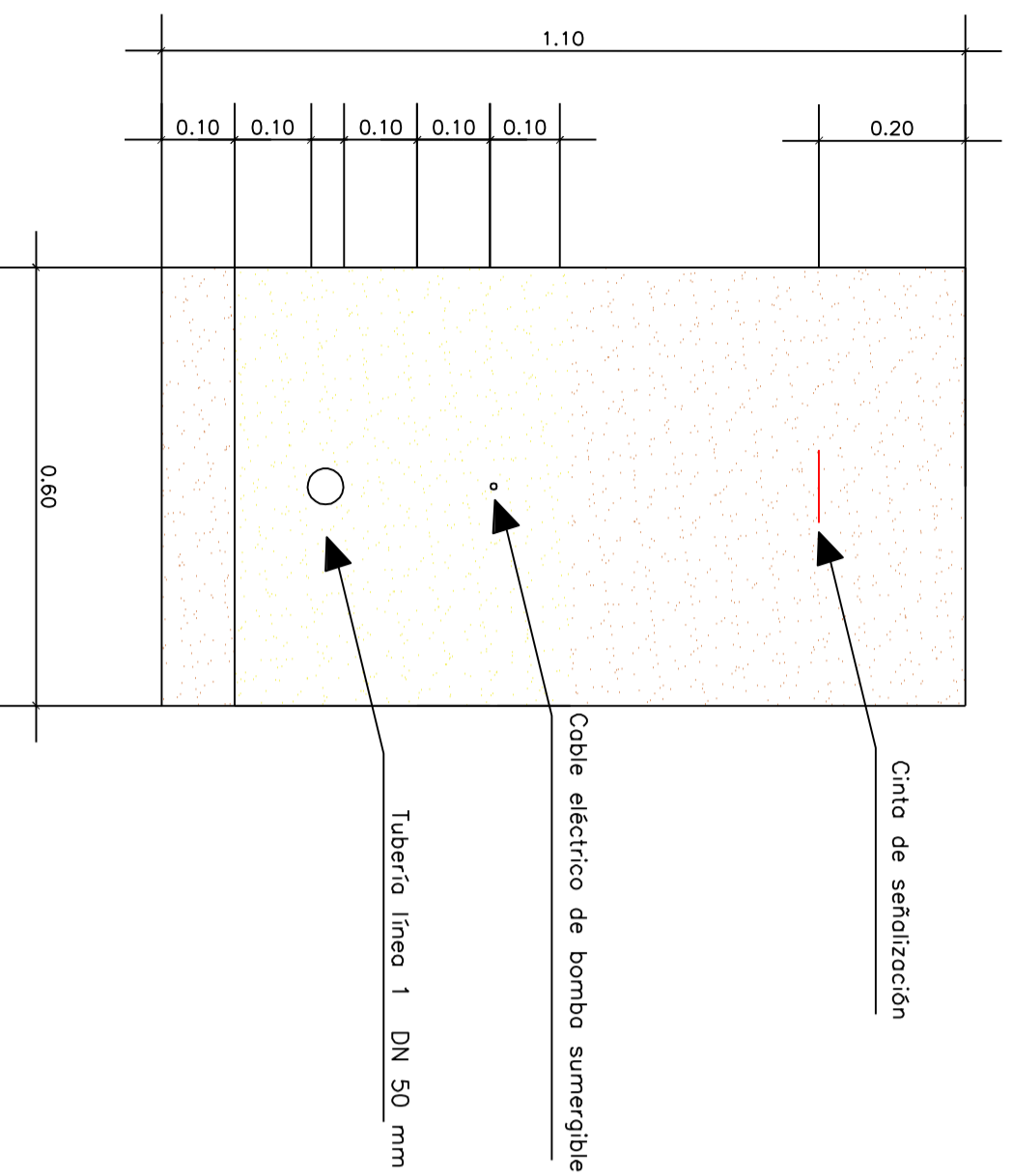
- LINEA 1
- LINEA 2
- LINEA 3
- LINEA 4
- LINEA 5

- VALVULA DE ALIVIO DE PRESION
- POZOS DE CONDENSADOS
- VALVULA DE TRES VIAS
- VALVULA DE RETENCION
- VALVULA DE CONTROL

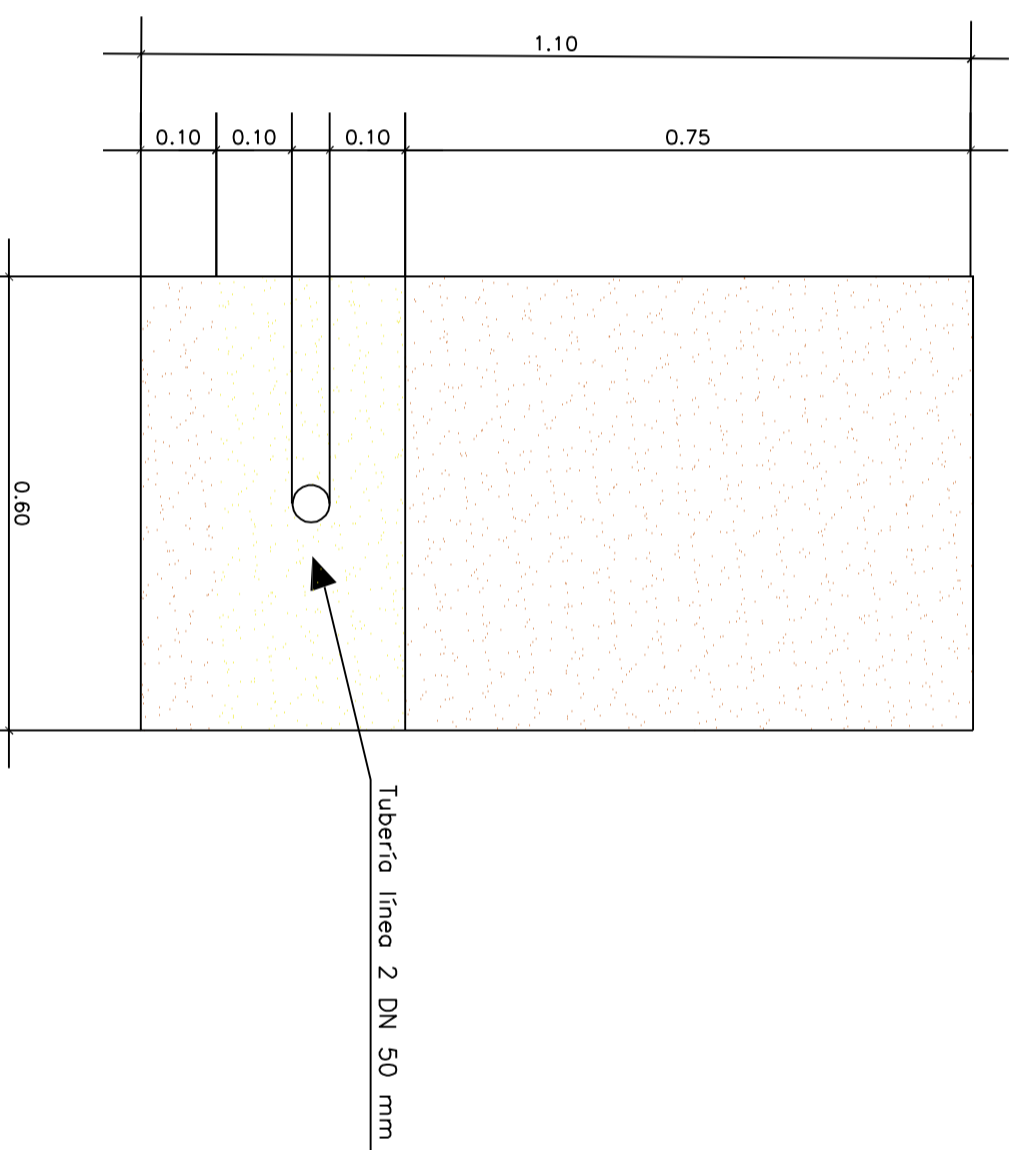


U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO		
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)		
LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA: VARIAS	
FECHA: 20/06/2019 FIRMA: ALUMNO:Alberto Barrio Pérez	DENOMINACIÓN: UBICACIÓN DE ZANJAS TUBERIAS	PLANO N.º: 6

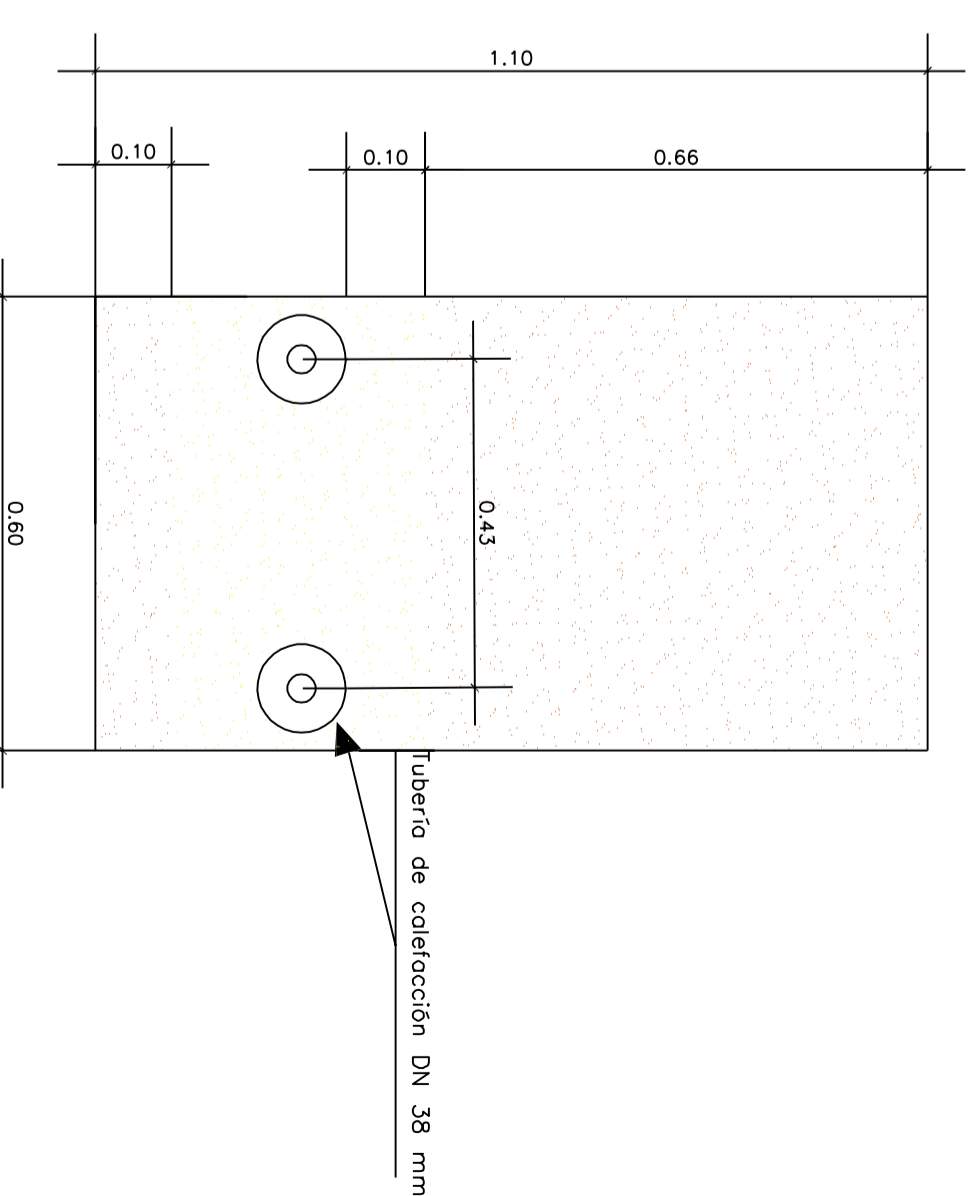
DEPOSITO-TANQUE



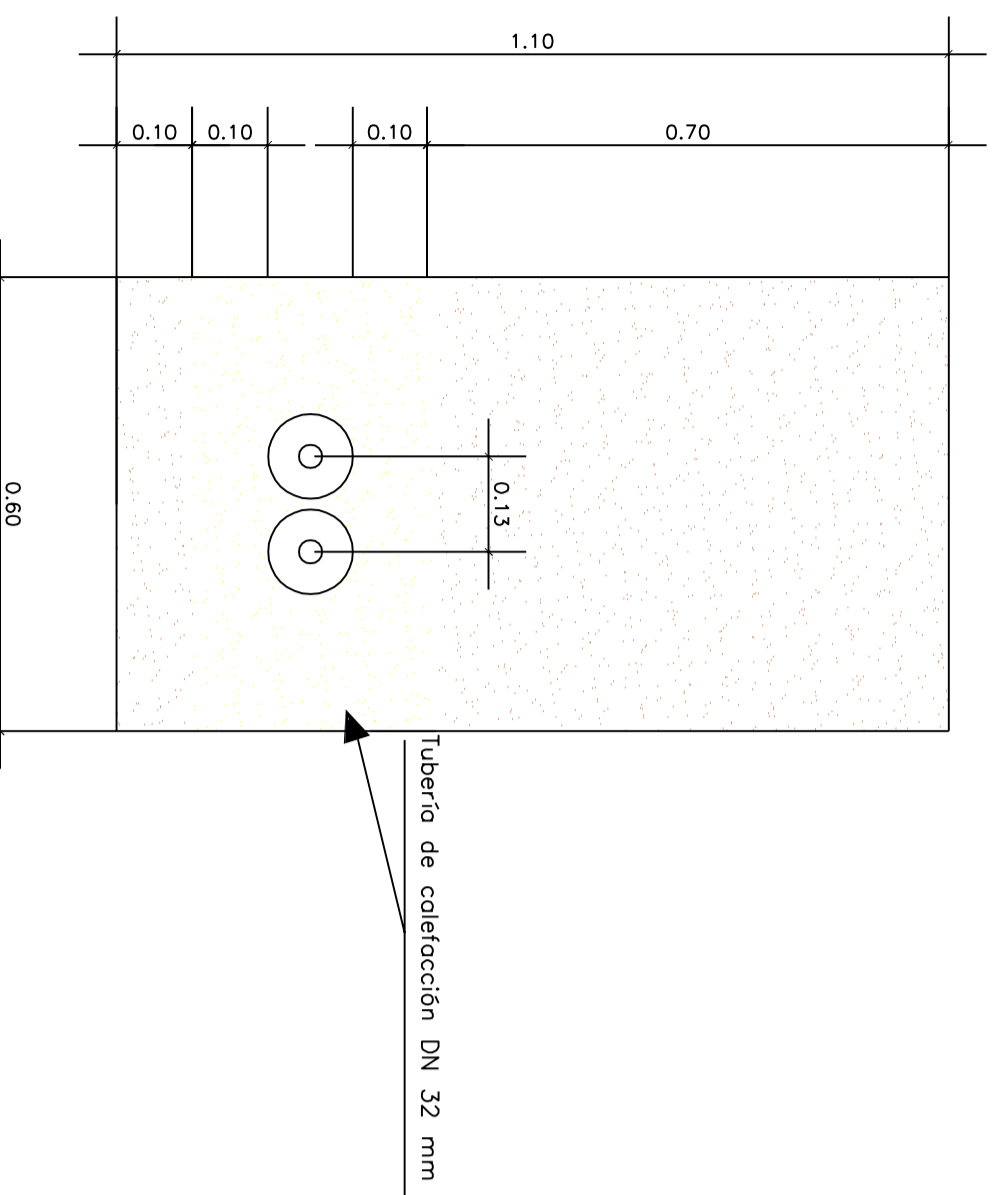
TANQUE-DIGESTOR



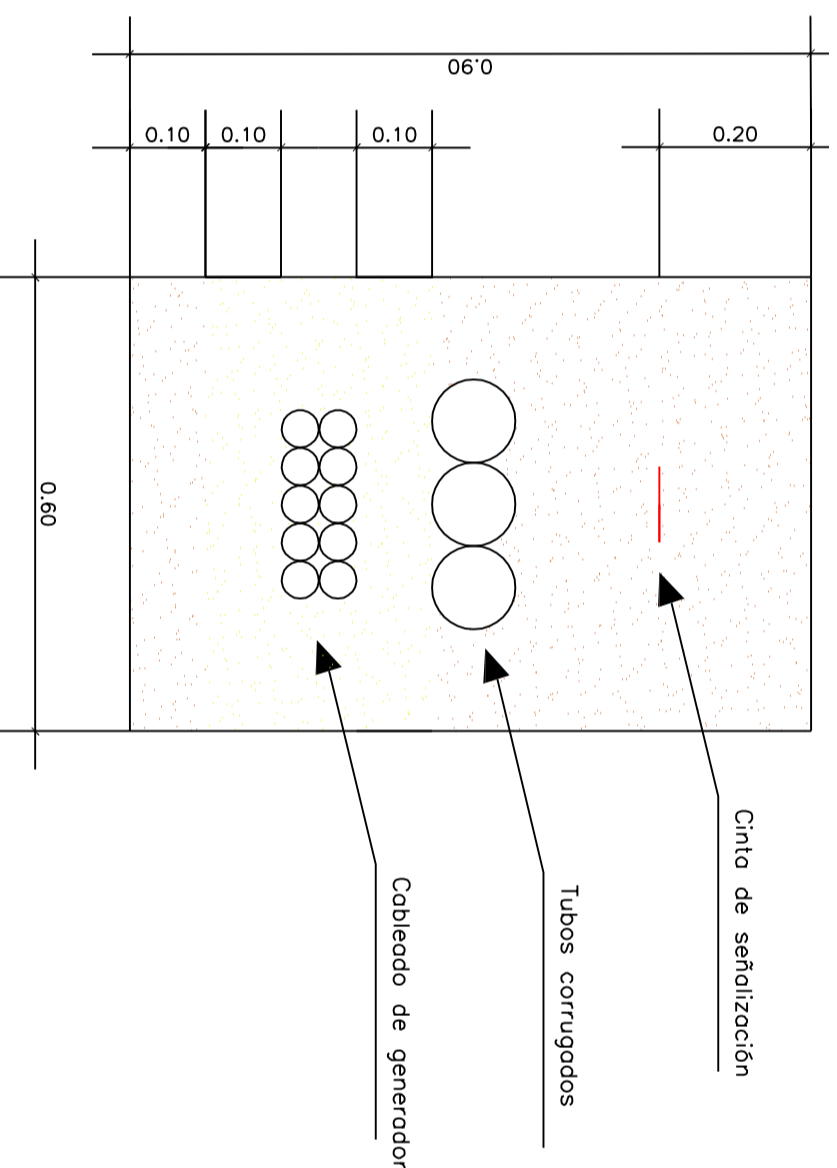
CALEFACCION DIGESTOR



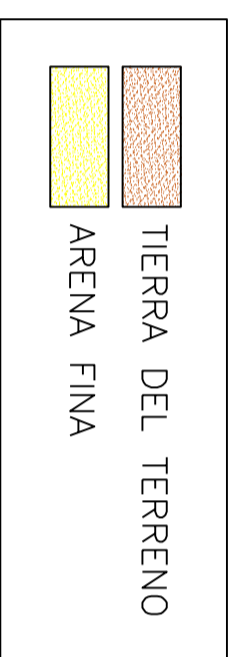
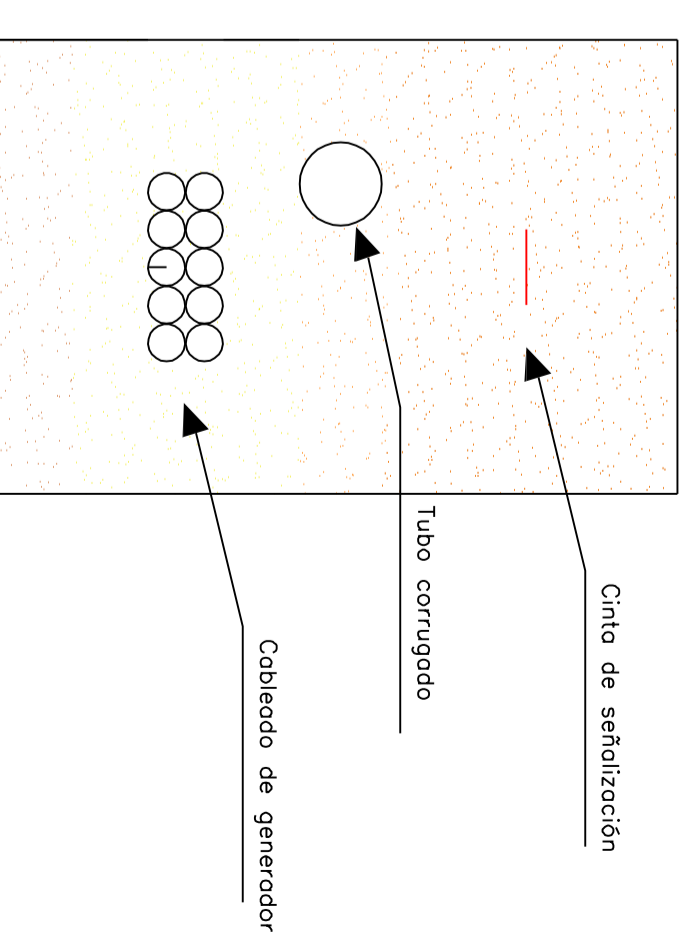
CALEFACCION EXPLDTACION





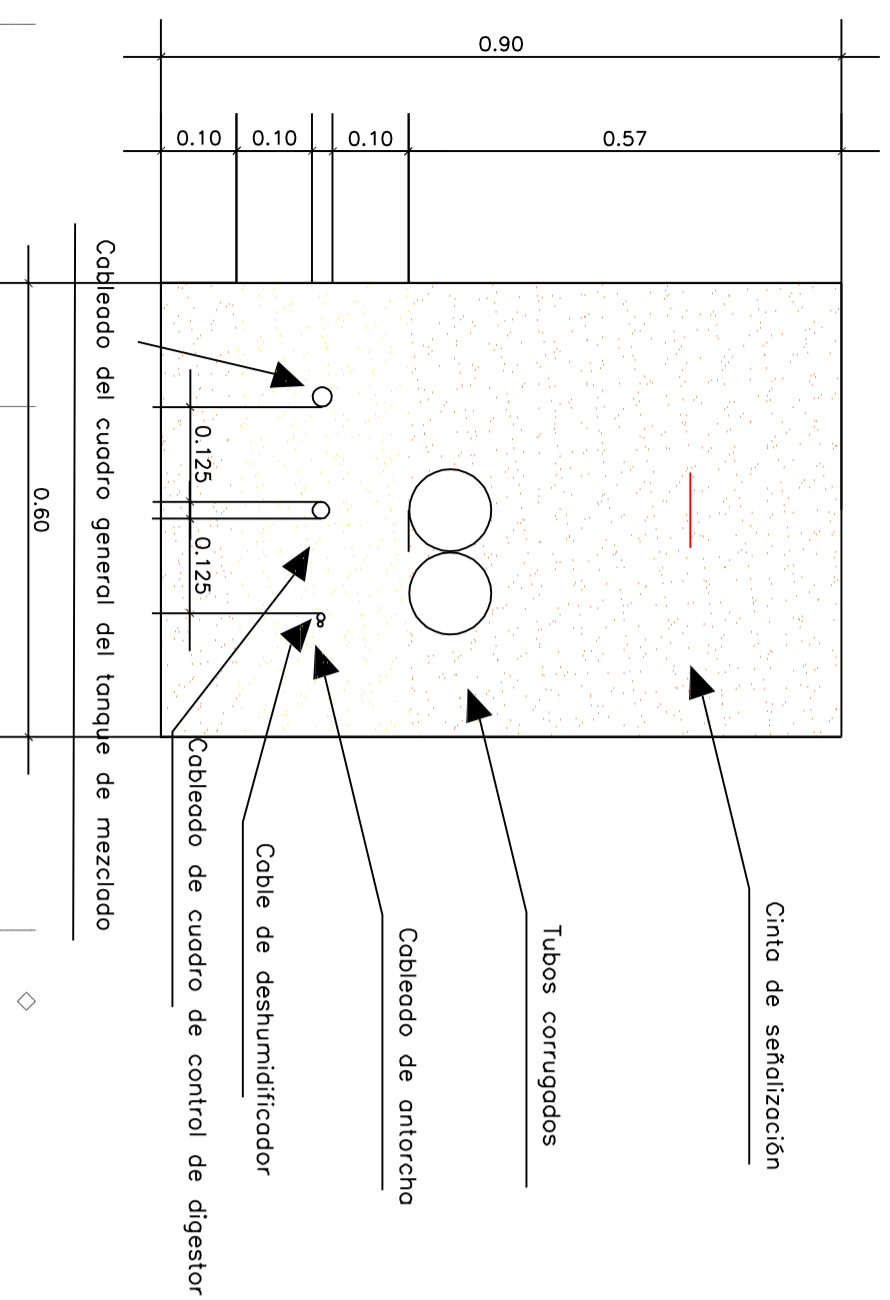
ZANJA PRINCIPAL DE CABLEADO A TRANSFORMADOR



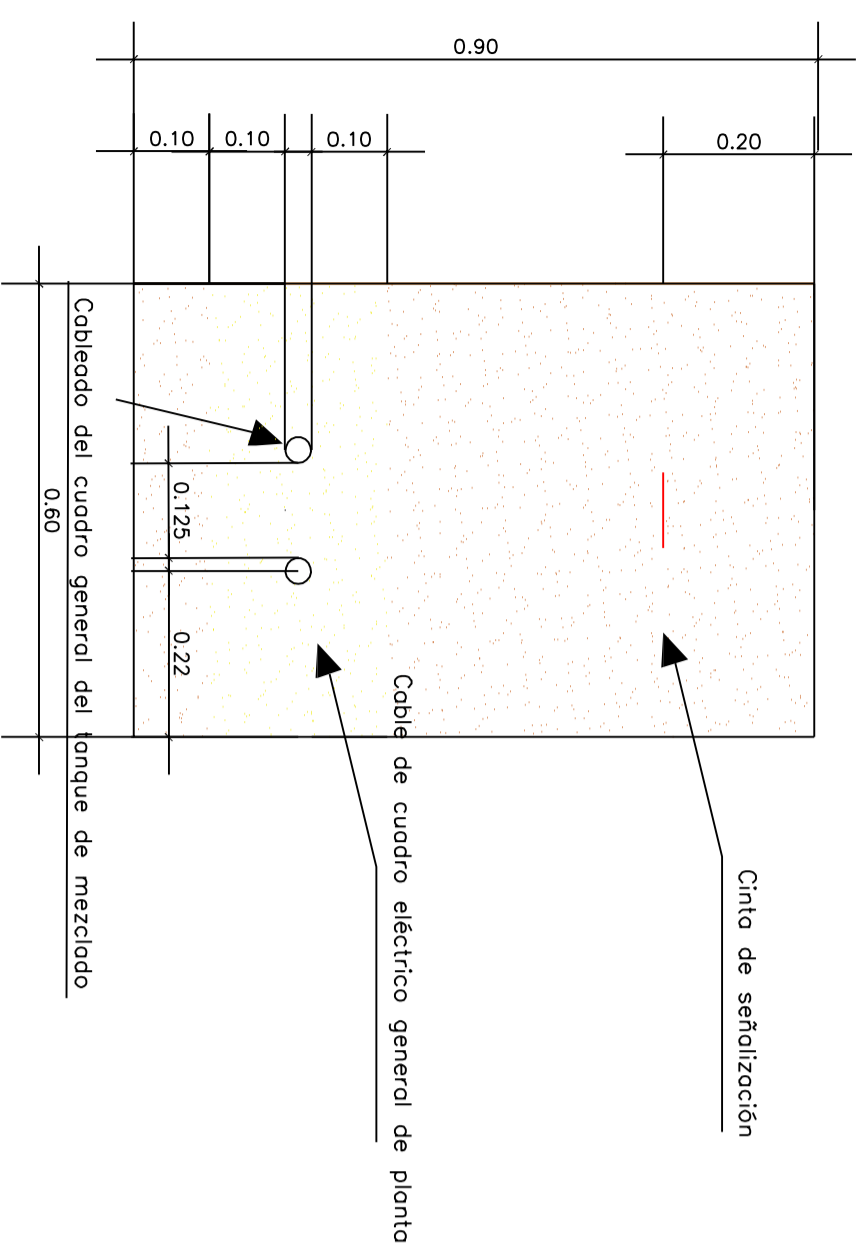
ZANJA SECUNDARIA DE CABLEADO A TRANSFORMADOR



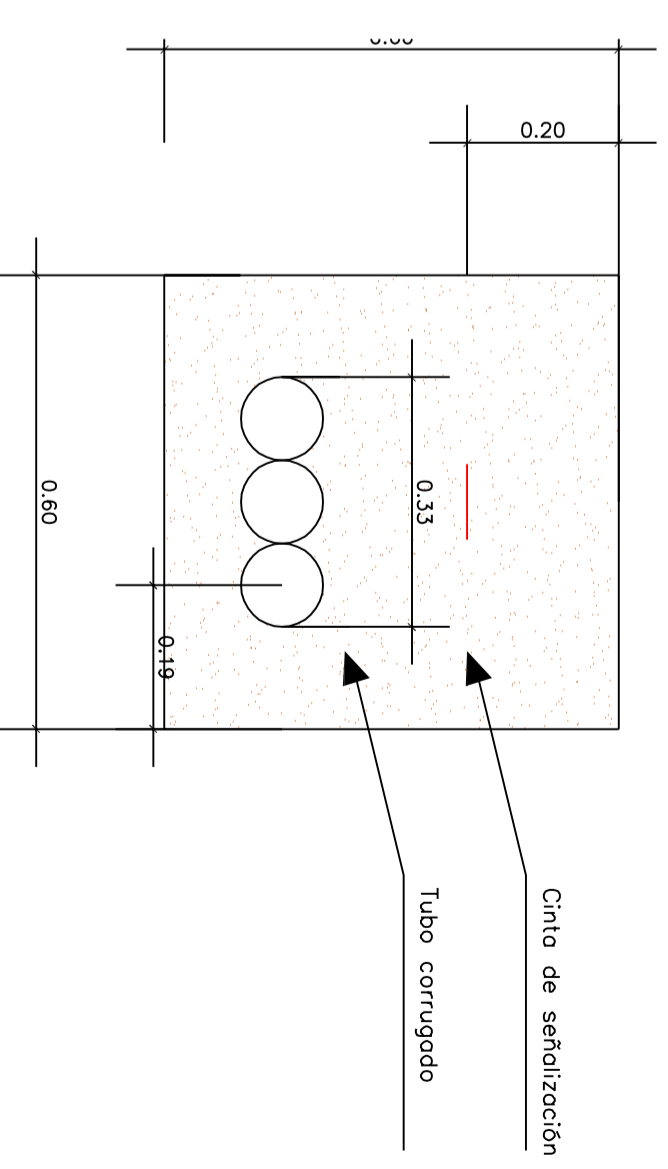
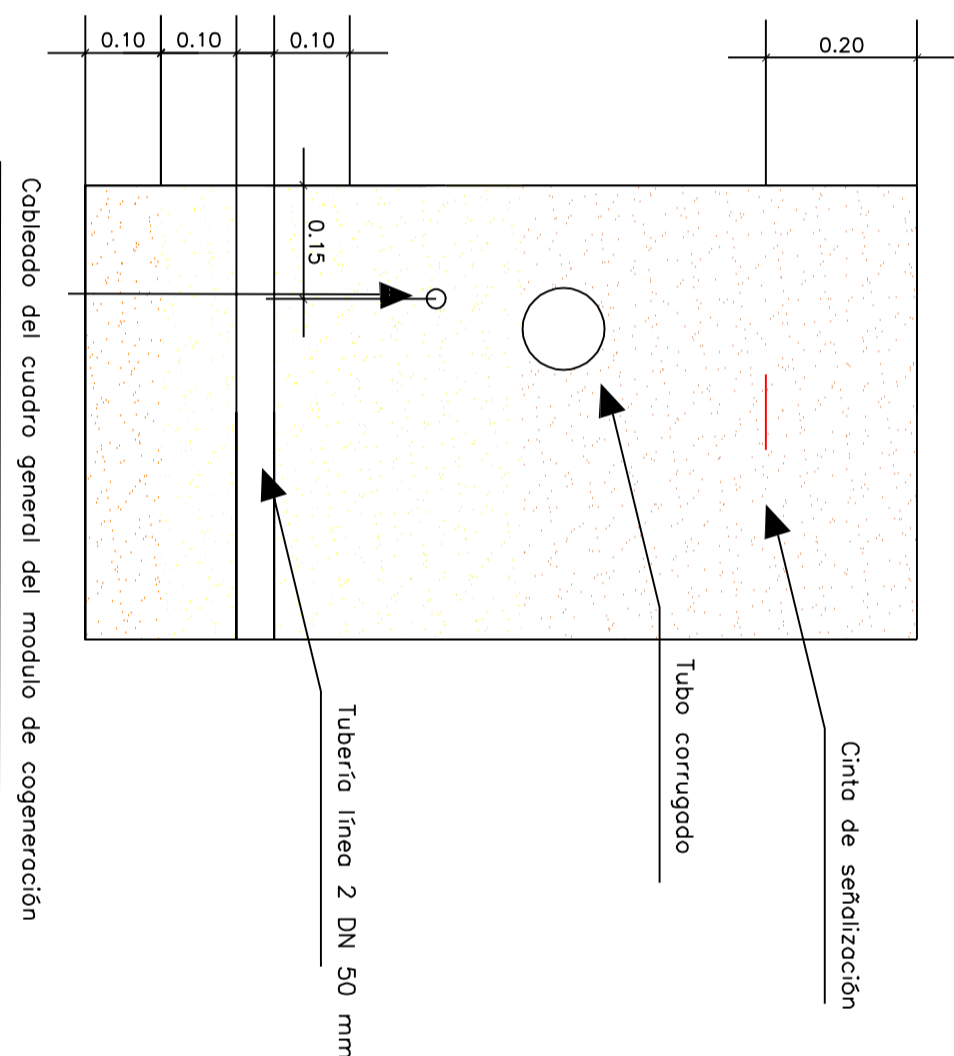
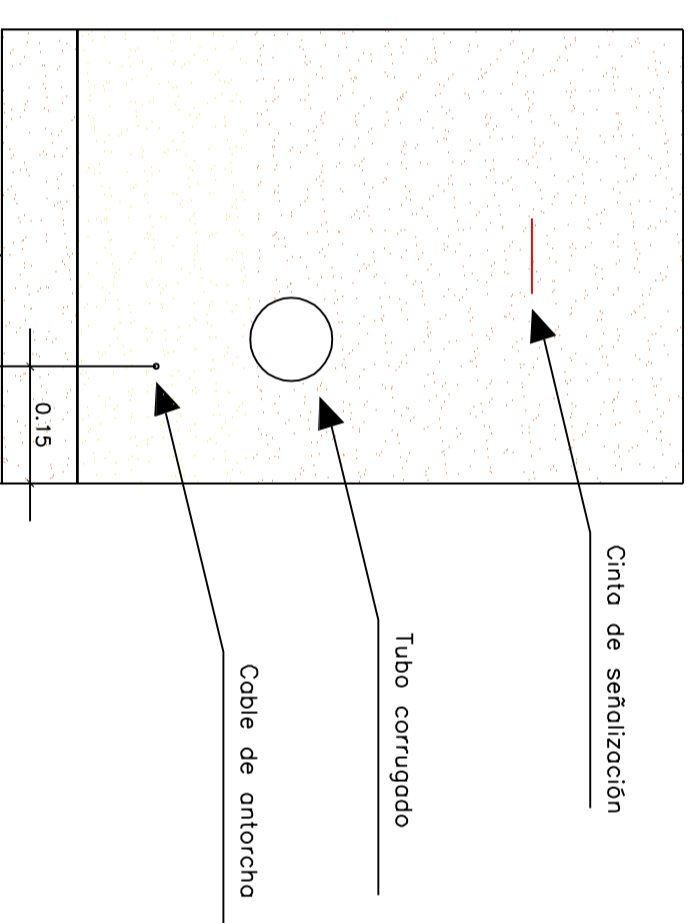
 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p>			
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p>			
<p>LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)</p>		<p>ESCALA: 1:10</p>	
<p>FECHA: 20/06/2019</p> <p>FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>		<p>DENOMINACIÓN: SECCION DE ZANJAS-1</p>	
			<p>PLANO N.º: 7.1</p>



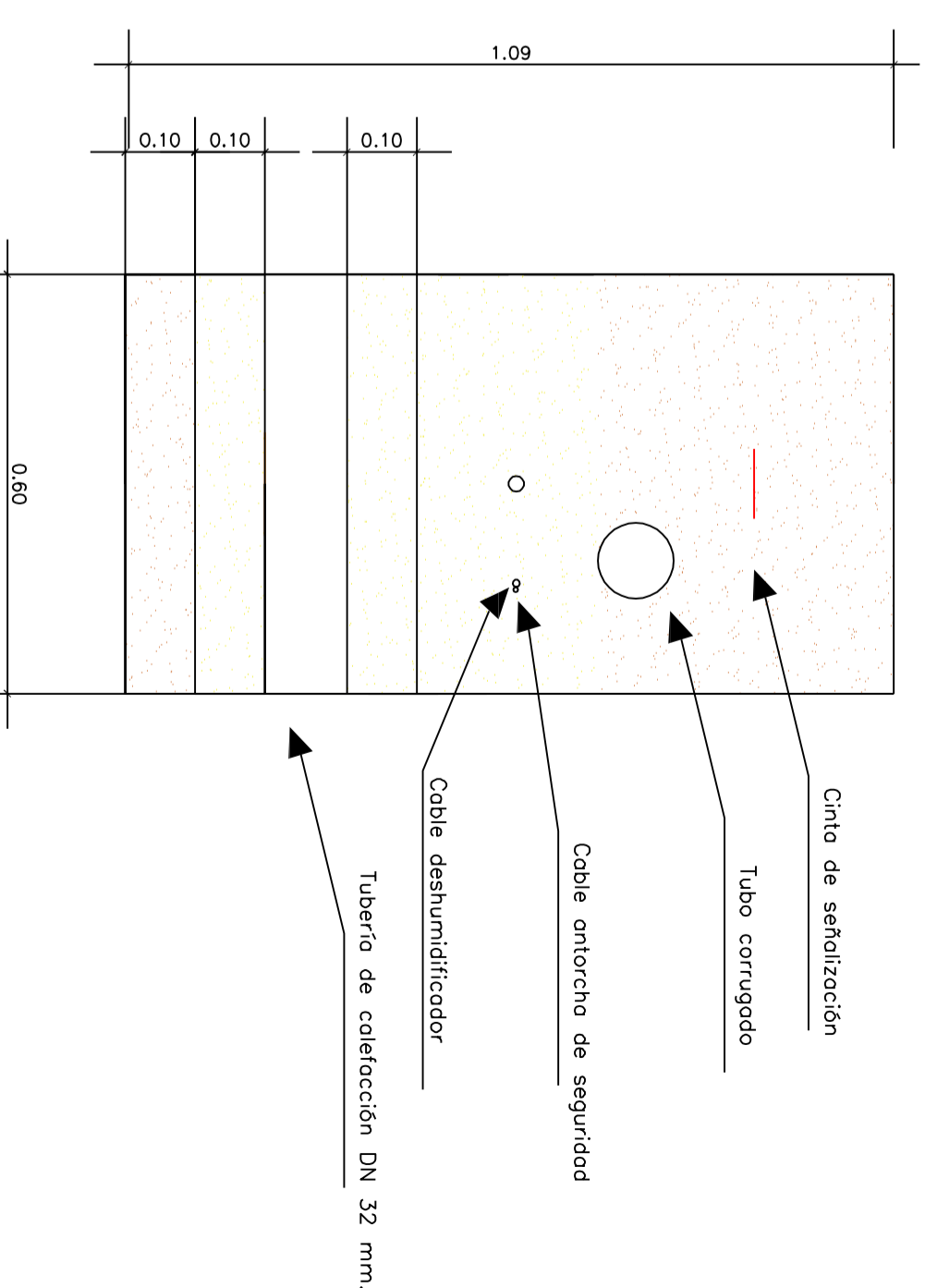
ZANJA DESDE MÓDULO DE COGENERACIÓN A EXPLOTACIÓN



INTERSECCIÓN ZANJA TUBERÍA LÍNEA 2-ZANJA ELÉCTRICA PLANTA



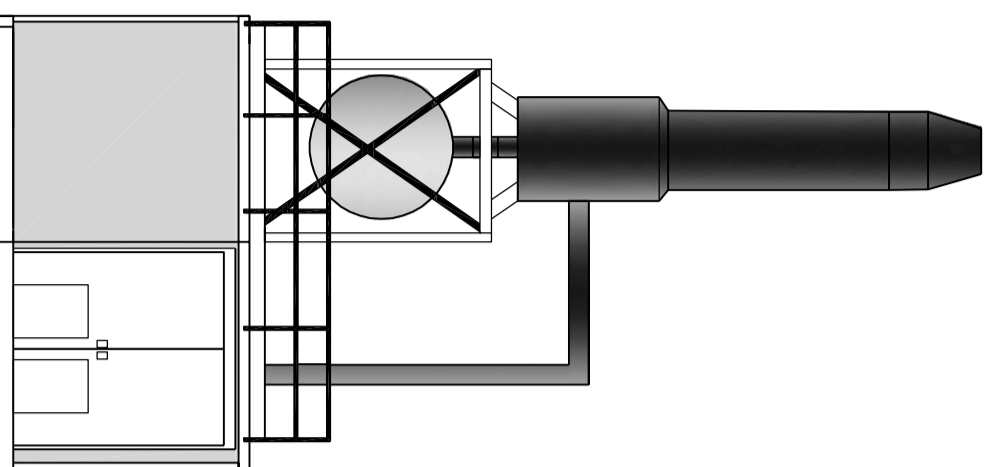
INTERSECCIÓN ZANJA DE CALEFACCIÓN-ZANJA ELÉCTRICA PLANTA



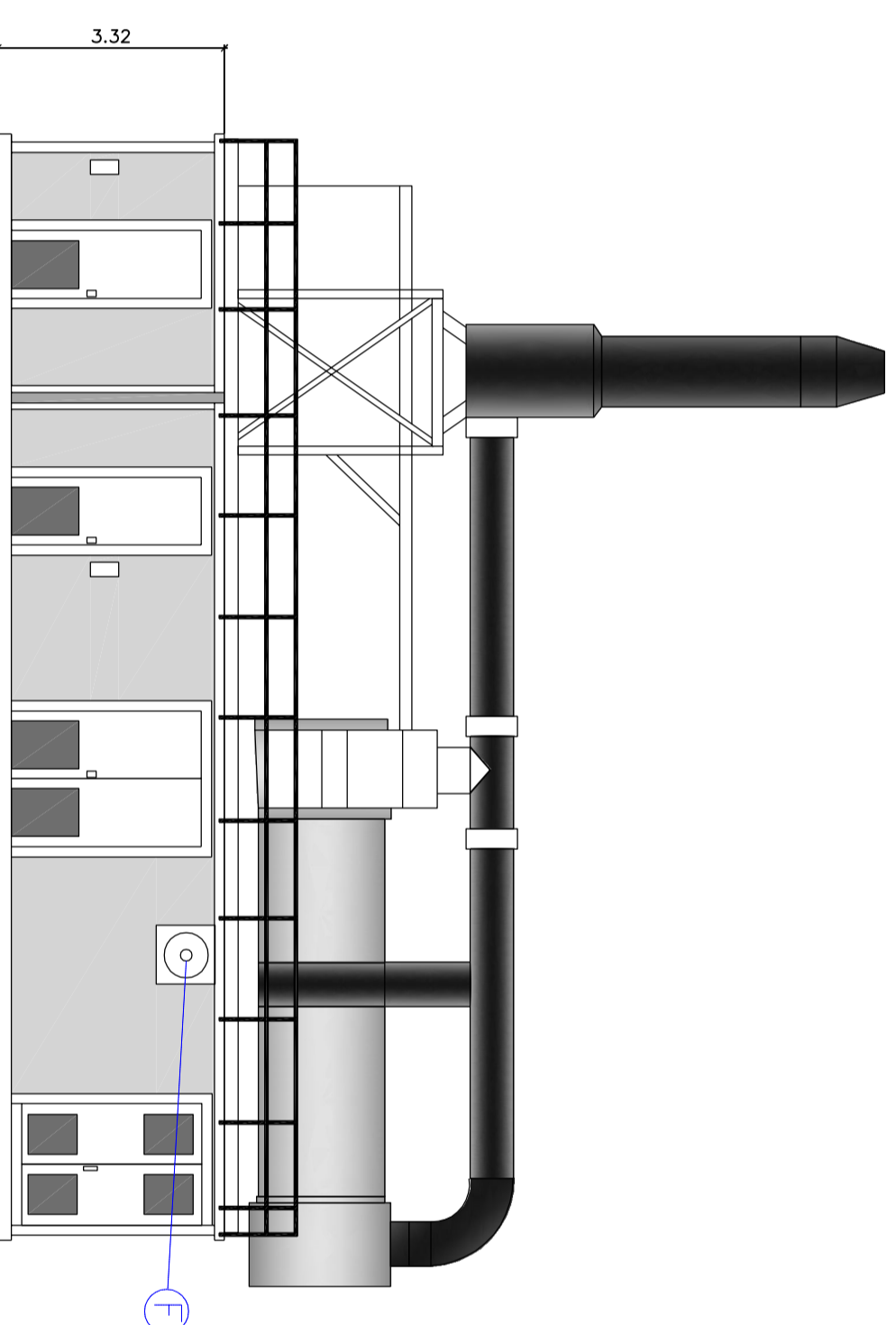
	TIERRA DEL TERRENO
	ARENA FINA

<p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p>			
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>			
LOCALIZACIÓN:	El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA:	1:10
FECHA:	20/06/2019	DENOMINACIÓN:	SECCIÓN DE ZANJAS-2
FIRMA:	ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	PLANO N.º:	7.2.

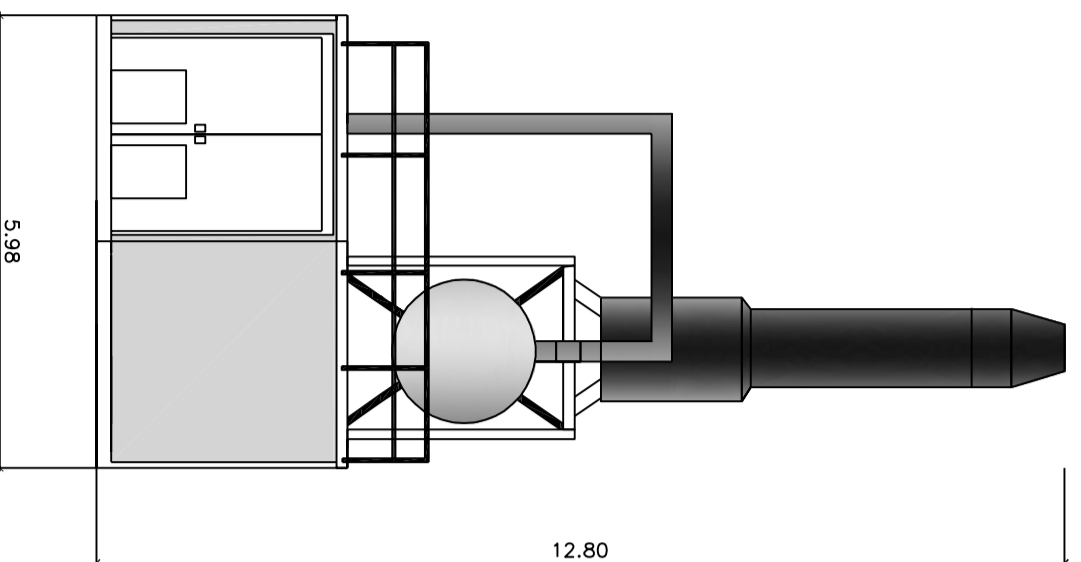
NORTE



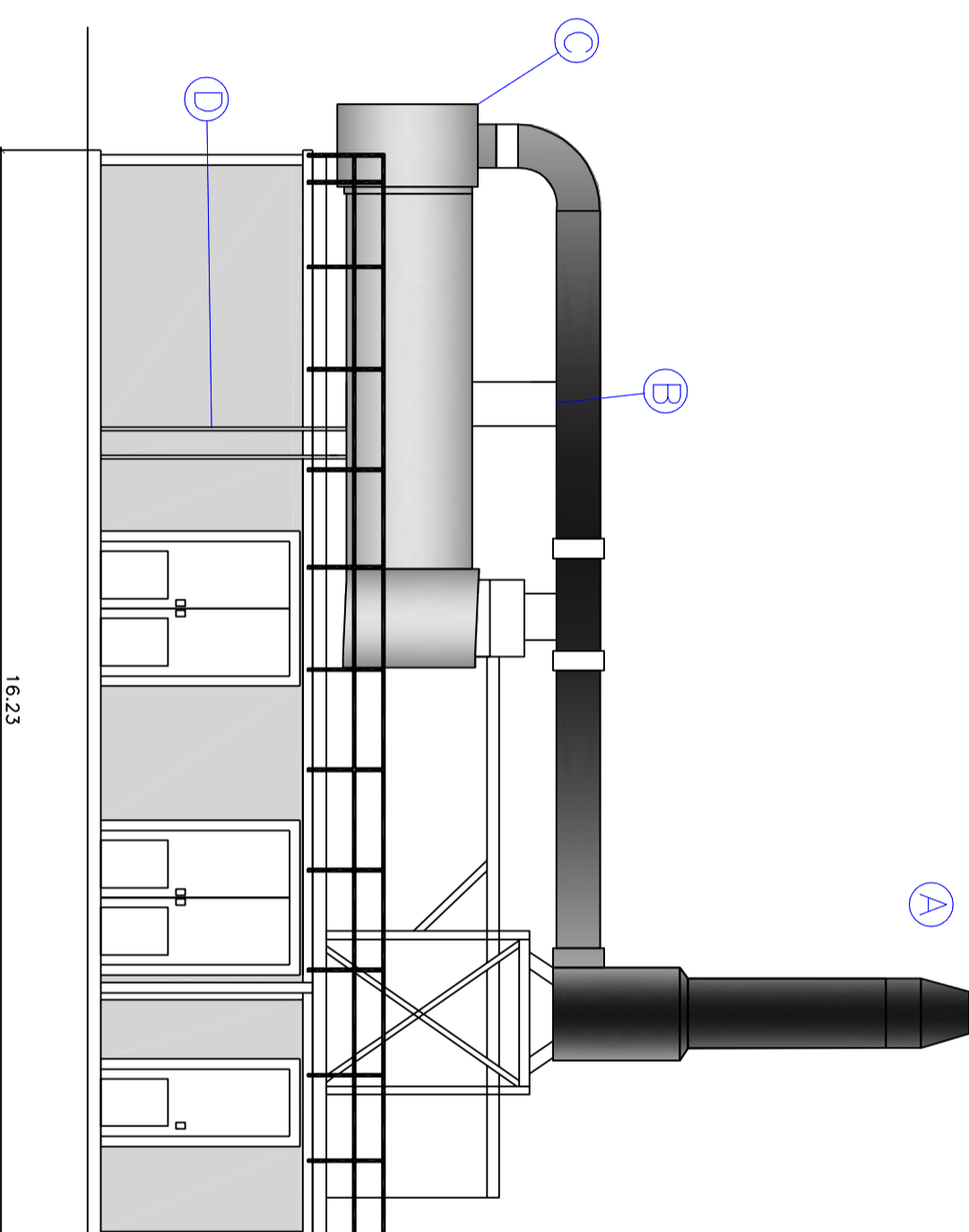
DESTE





SUR

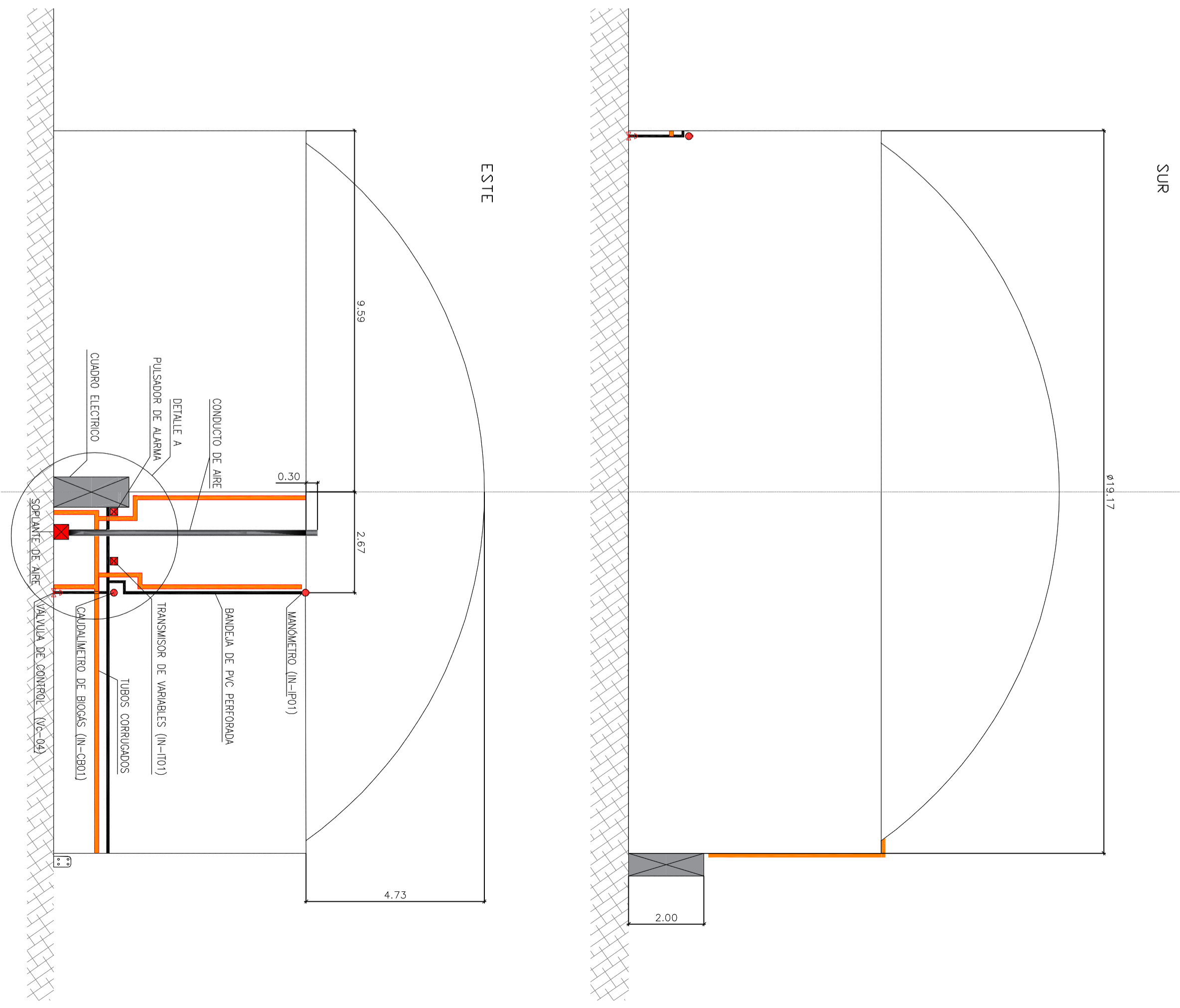
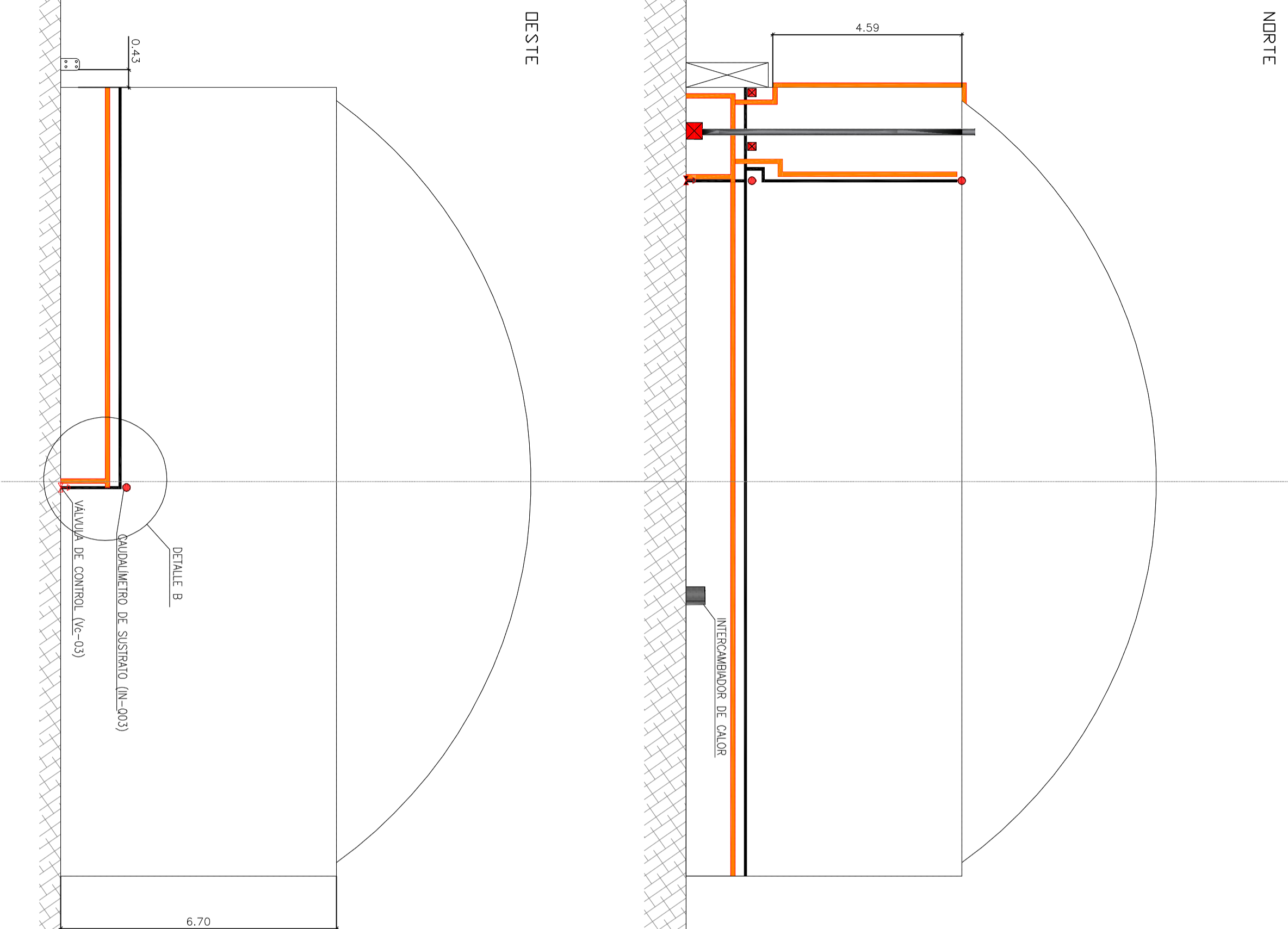



ESTE



- A CHIMENEA + SILENCIADOR
- B CONEXIÓN DE VAPOR
- C CALDERA RECUPERADORA
- D TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN
- F CONEXIÓN GAS METANO

 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 	
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)	
LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA: 1:100
FECHA: 20/06/2019	DENOMINACIÓN: ALZADOS MÓDULO DE COGENERACIÓN
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	PLANO N.º: 8.1



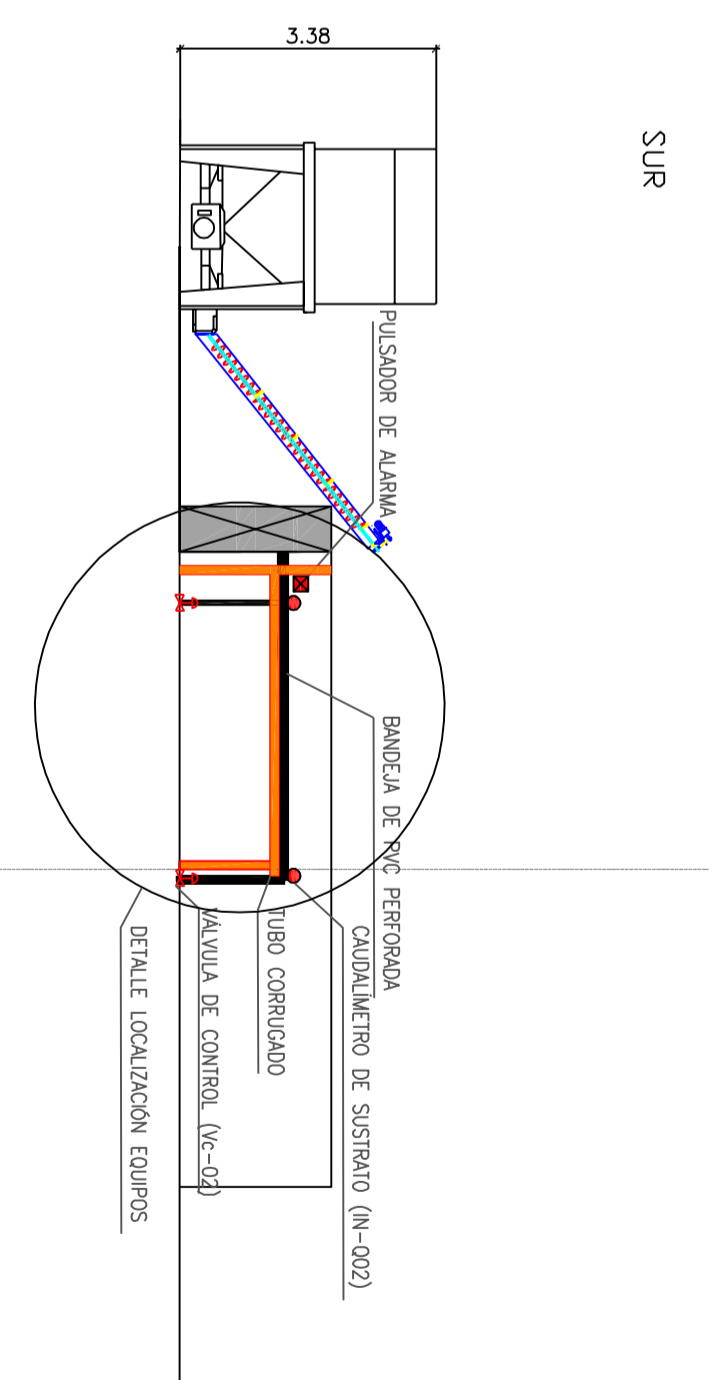
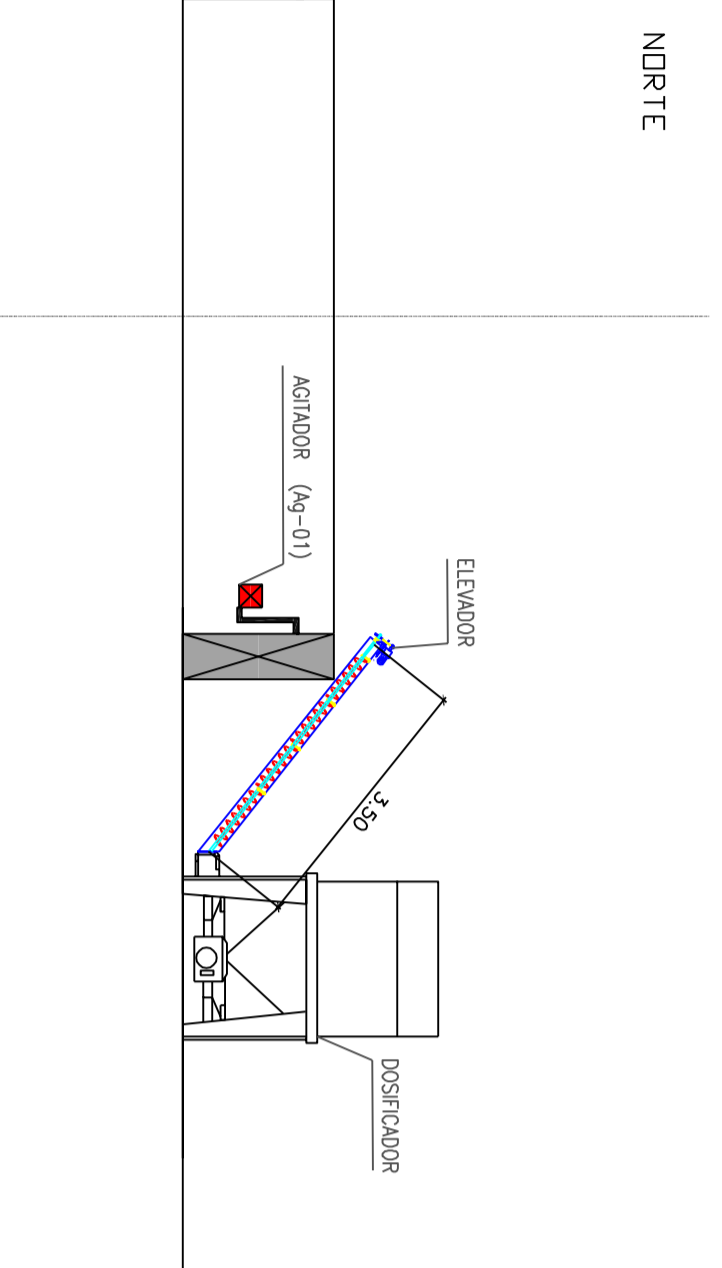

U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
 GRADO EN INGENIERÍA AGARARIA Y ENERGÉTICA
PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO

TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)
PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria) **ESCALA:** 1:100

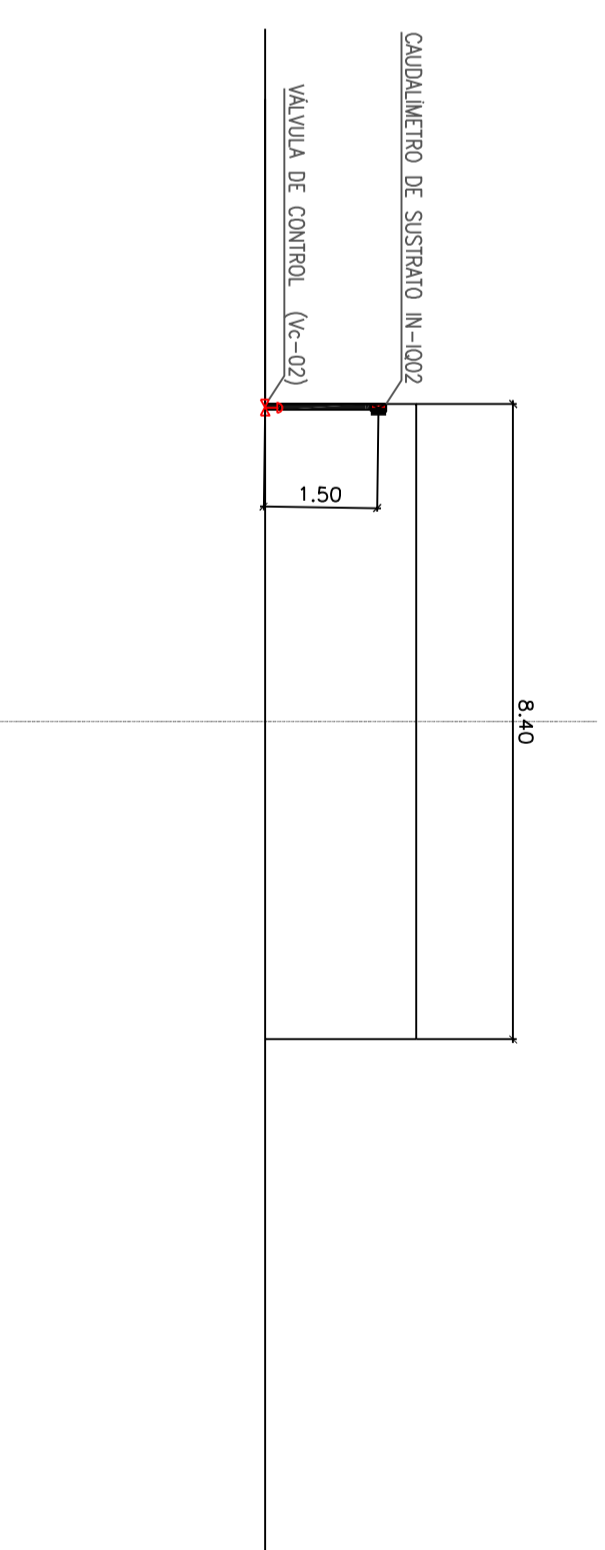
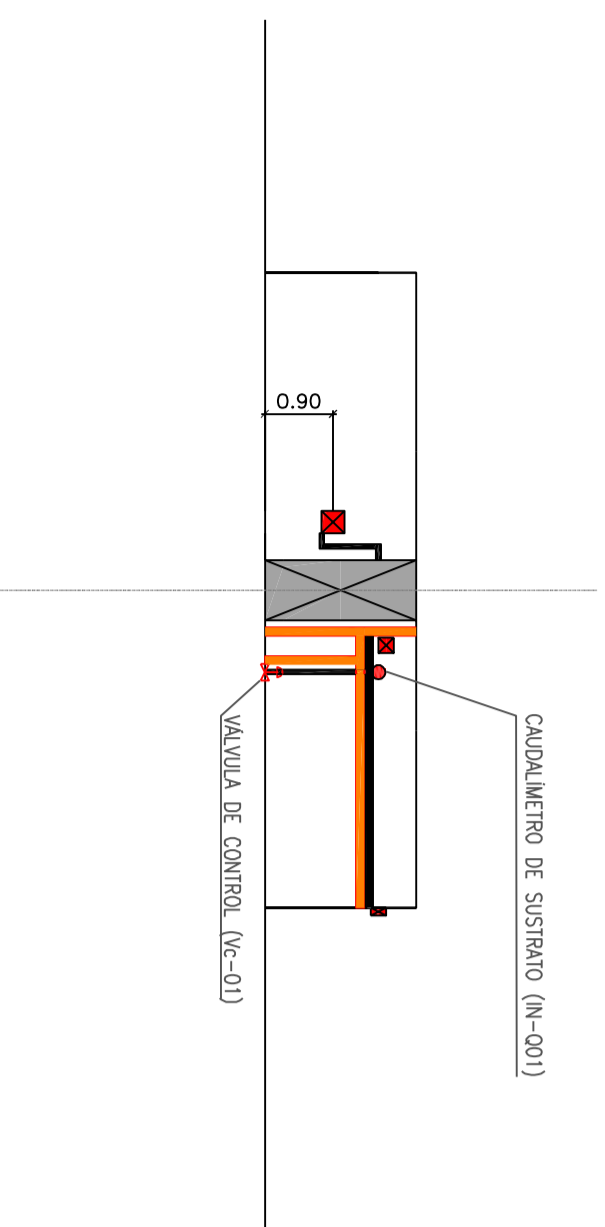
FECHA: 20/06/2019 **DENOMINACIÓN:** ALZADOS DIGESTOR ANAEROBIO
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez **PLANO N.º:** 8.2







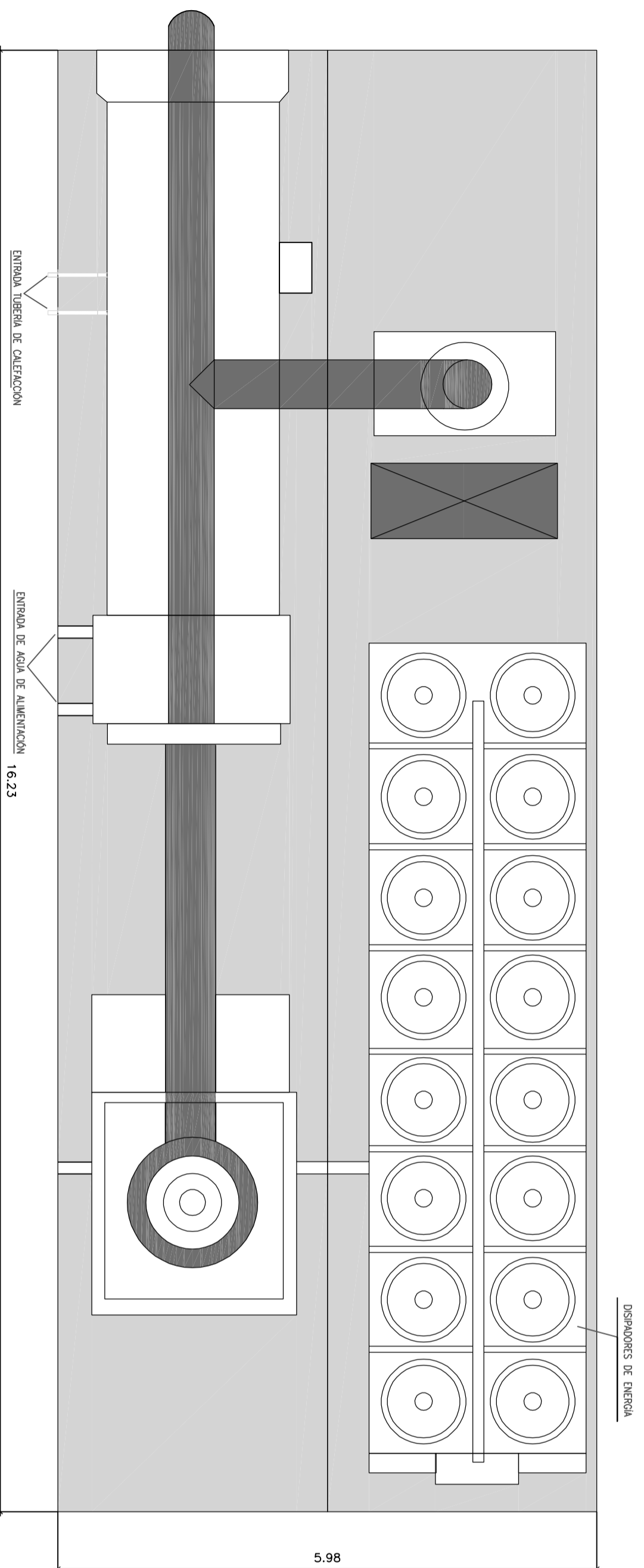
DESTE

ESTE



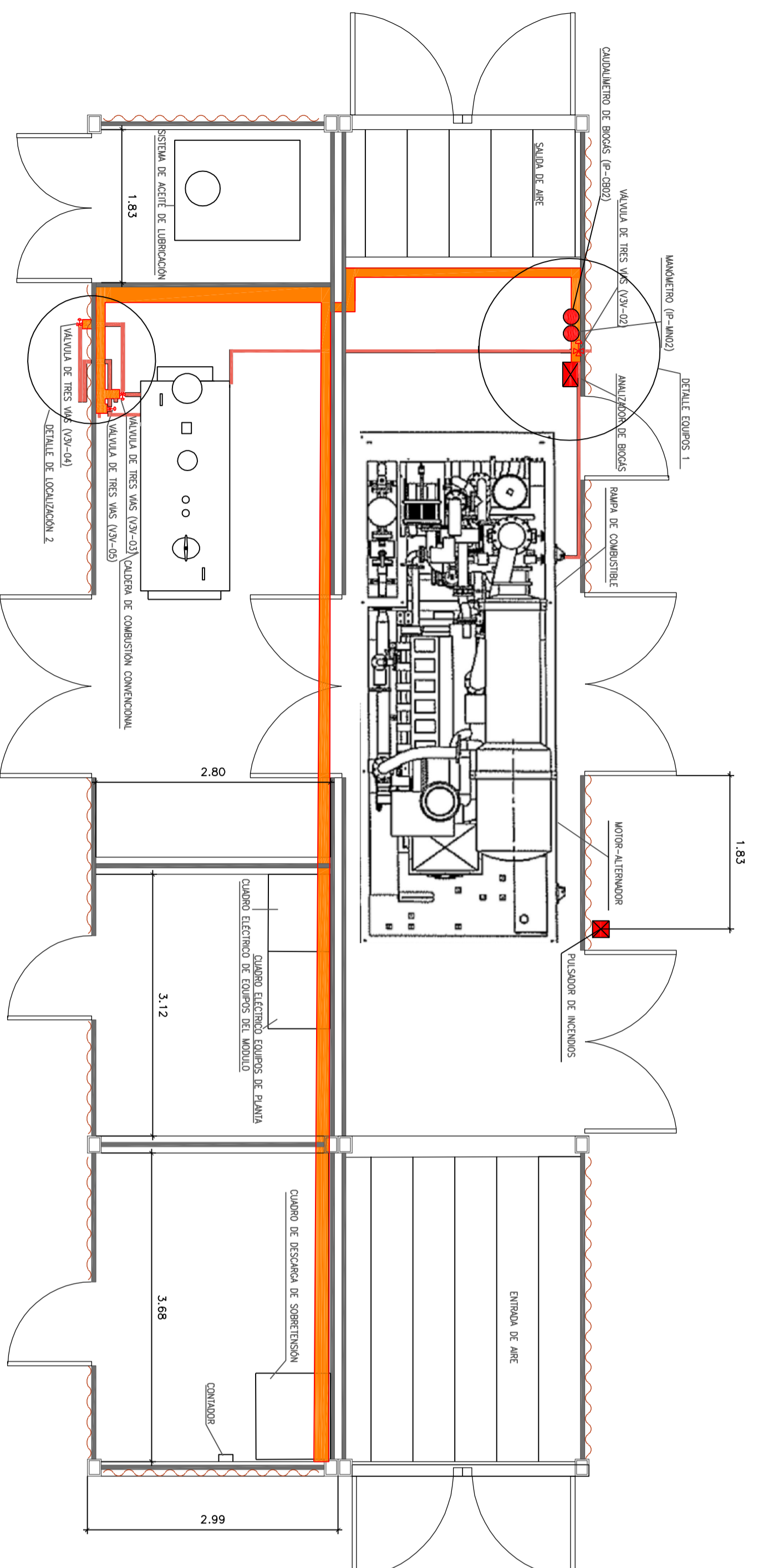
 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGARARIA Y ENERGÉTICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA. UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>		
LOCALIZACIÓN:	El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA:
		1:100
FECHA: 20/06/2019	DENOMINACIÓN:	PLANO N.º: 8.3
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	ALZADOS TANQUE DE MEZCLADO	



PARTE EXTERIOR DEL MODULO DE COGENERACION



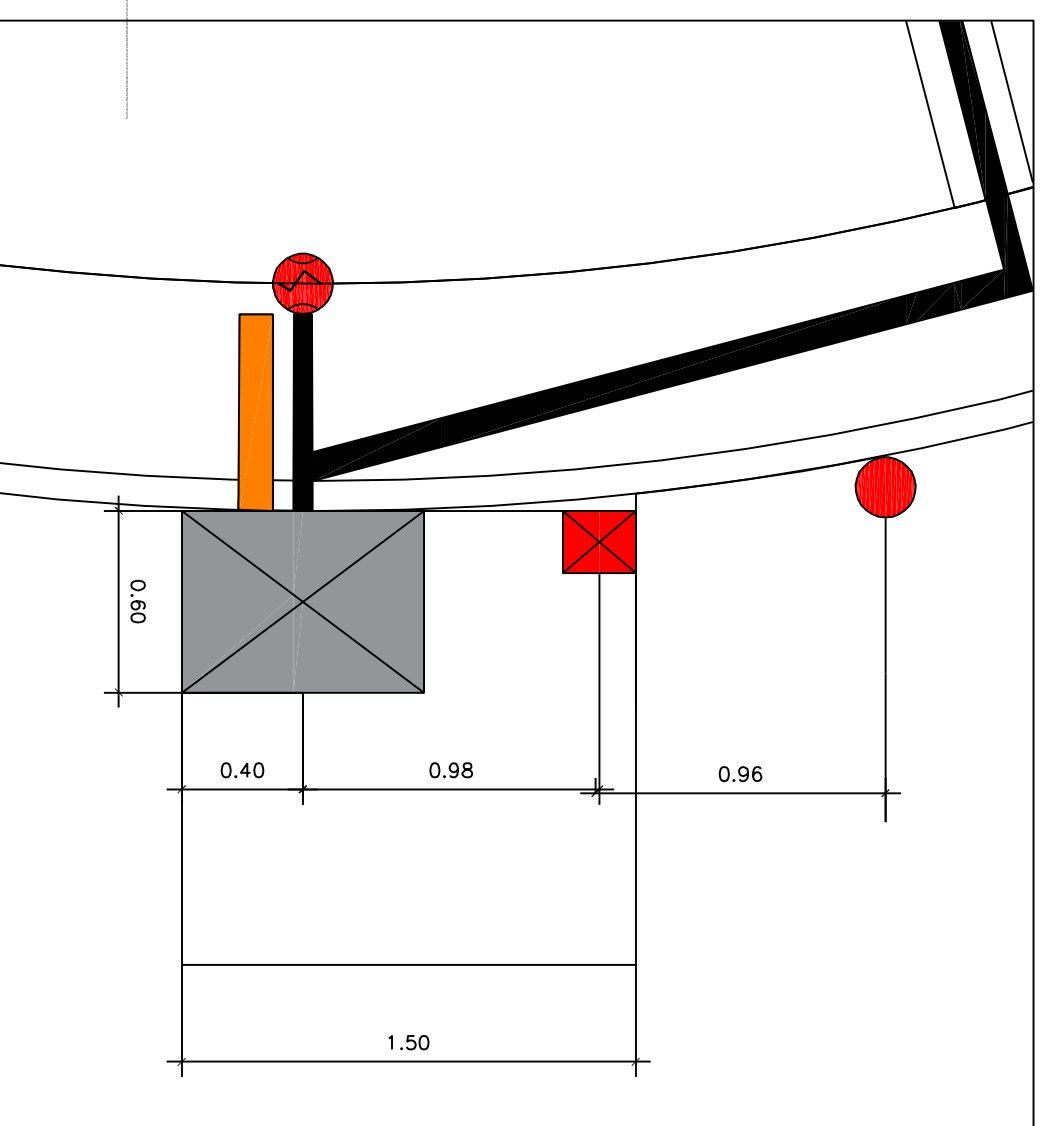
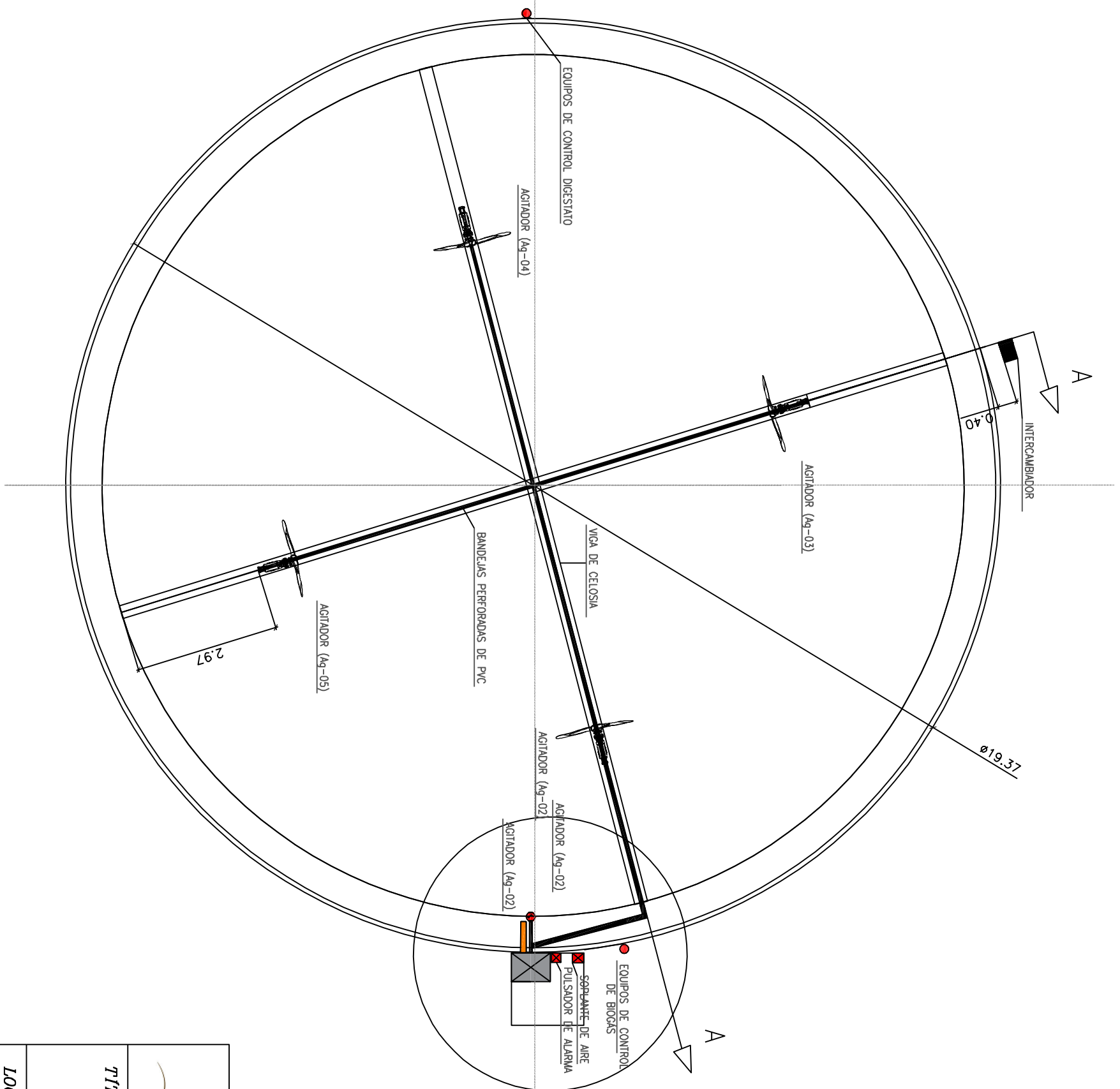
Las bandejas de cables perforadas se dispondran contiguas a los tubos corrugados.
 Todos los equipos de control se dispondran a una altura de 1.70 m.
 Las válvulas presentes en el modulo se ubicarán en el suelo



PARTE INTERIOR DEL MODULO DE COGENERACION

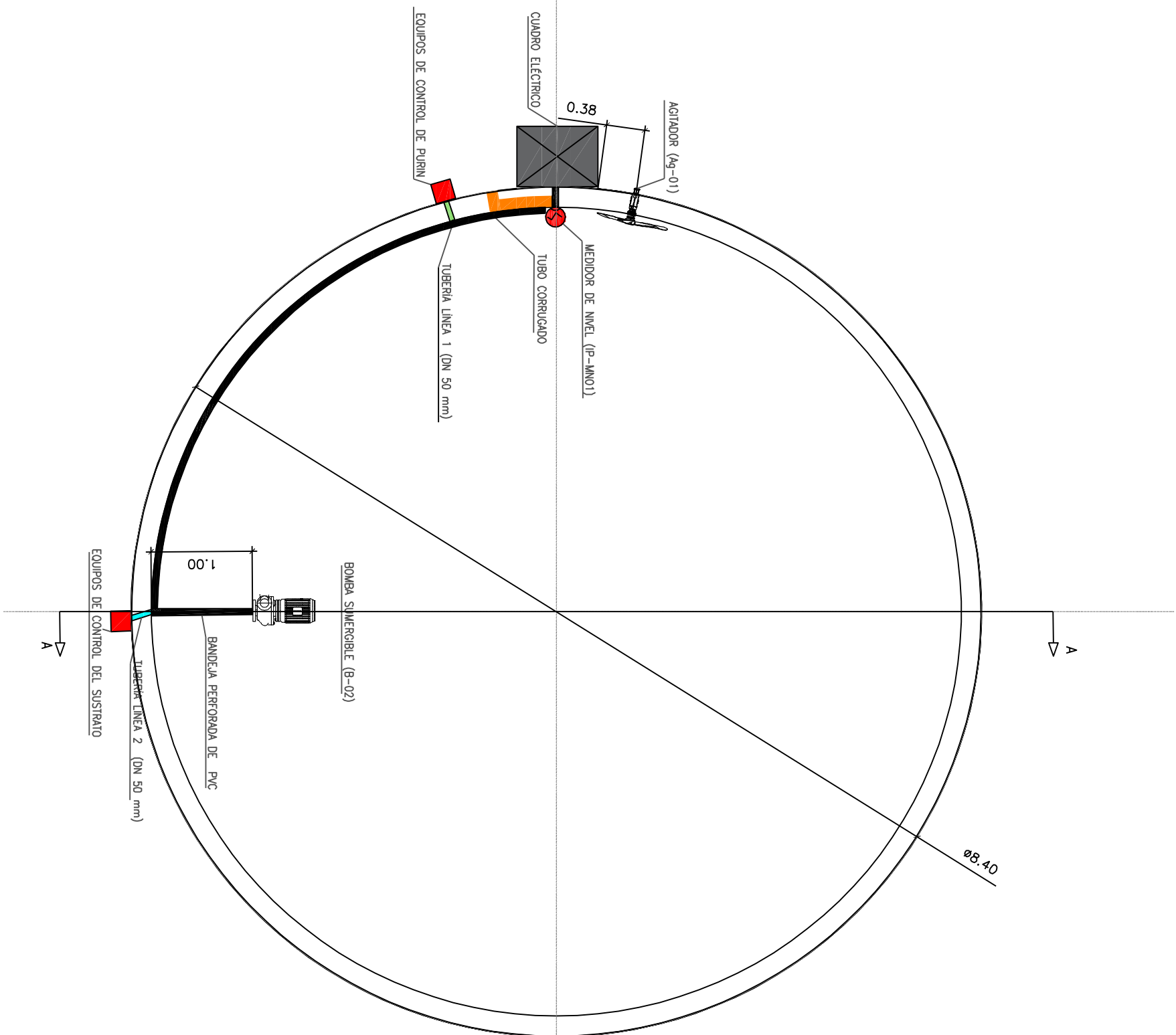


 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 	
<p>TITULO: PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA DE PRODUCCION DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGETICO DE EXPLOTACION PORCINA. UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>	
<p>LOCALIZACION: El Cubo de la Solana (Soria)</p>	<p>ESCALA: 1:50</p>
<p>FECHA: 20/06/2019 FIRMA: ALUMNO:Alberto Barrio Pérez</p>	<p>DENOMINACION: PLANO DE DISTRIBUCION EN PLANTA DE MODULO DE COGENERACION</p>
<p>PLANO N.º: 9.1</p>	

PLANTA GENERAL DIGESTOR. ESCALA 1:100



 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>		
<p>LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)</p>		<p>ESCALA: VARIAS</p>
<p>FECHA: 20/06/2019</p> <p>FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>	<p>DENOMINACIÓN: PLANO DE PLANTA DE DIGESTOR ANAEROBIO</p>	<p>PLANO N.º: 9.2</p>



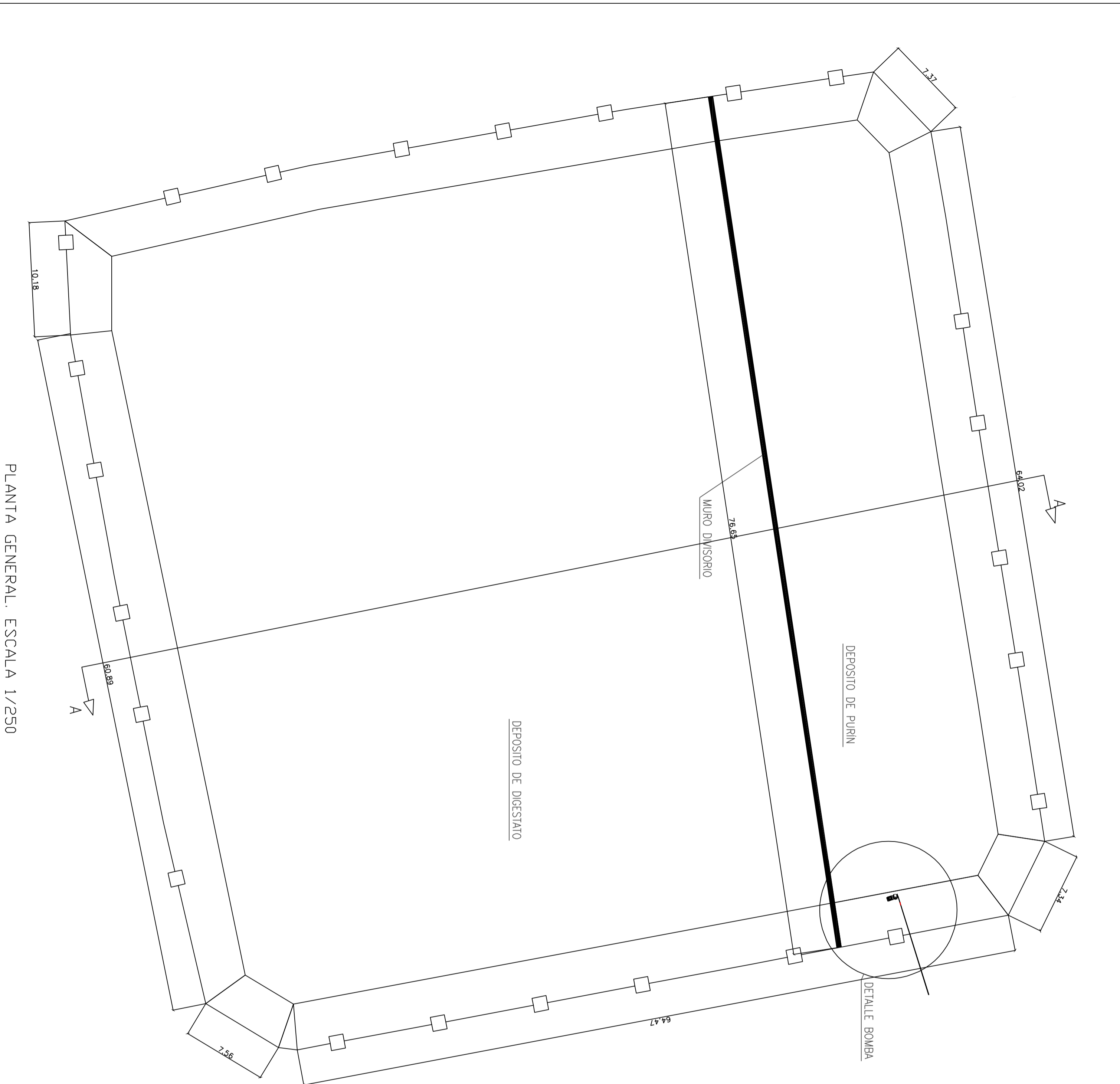
U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA
 PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO



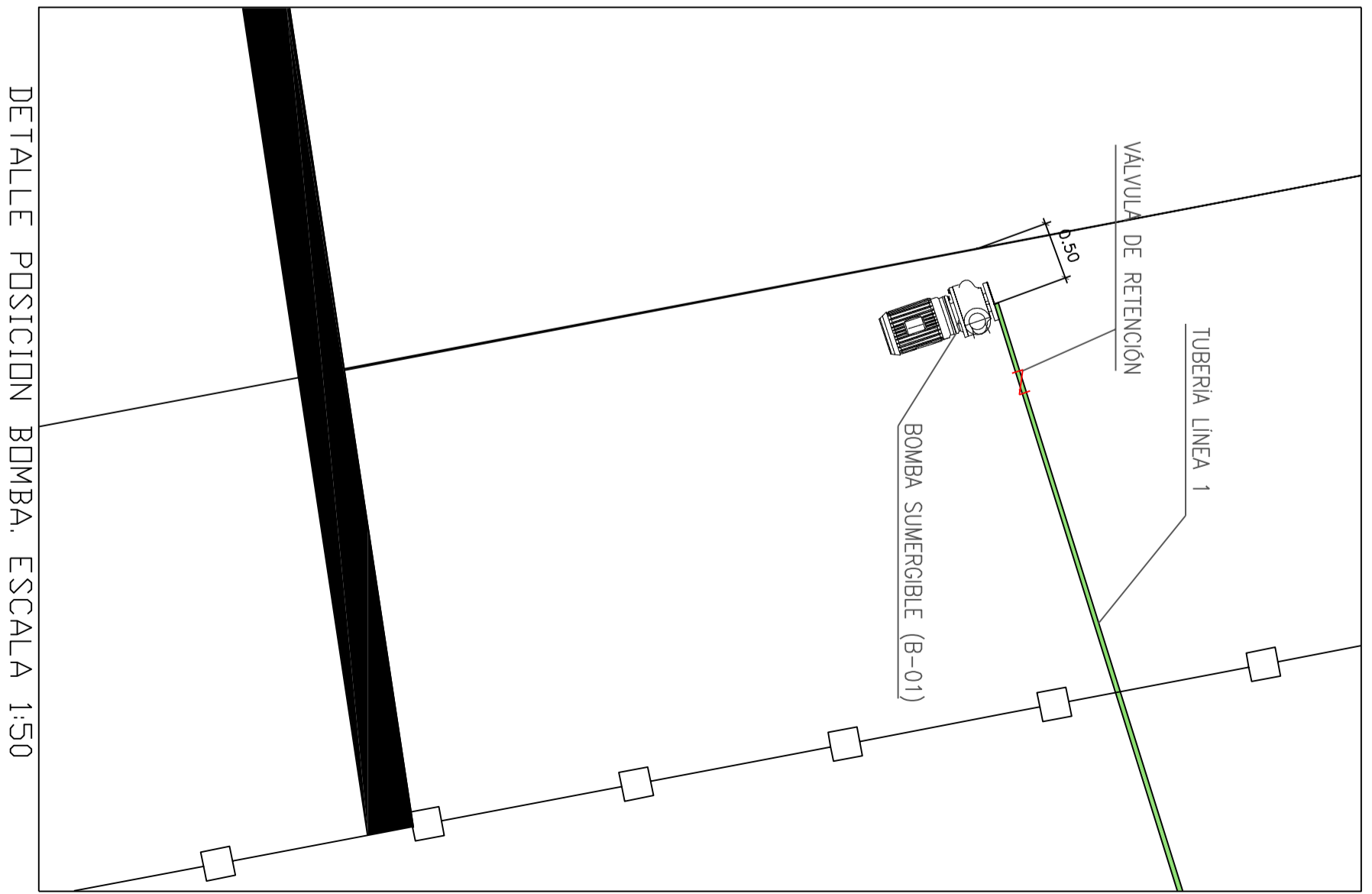
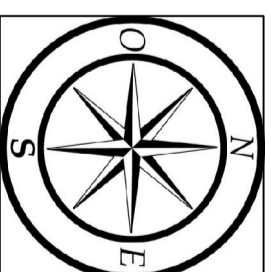
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIONES PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria) **ESCALA:** 1:50



FECHA: FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	DENOMINACIÓN: PLANO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE TANQUE DE MEZCLADO	PLANO Nº: 9.3
--	---	----------------------

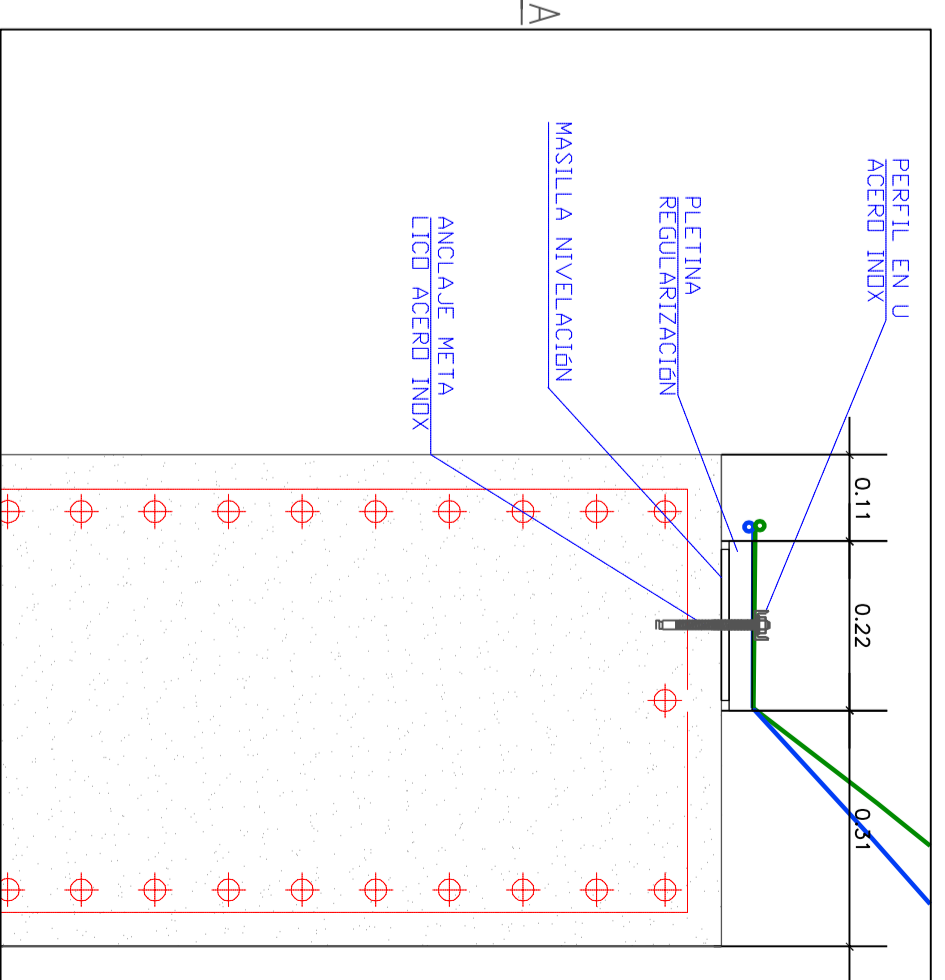
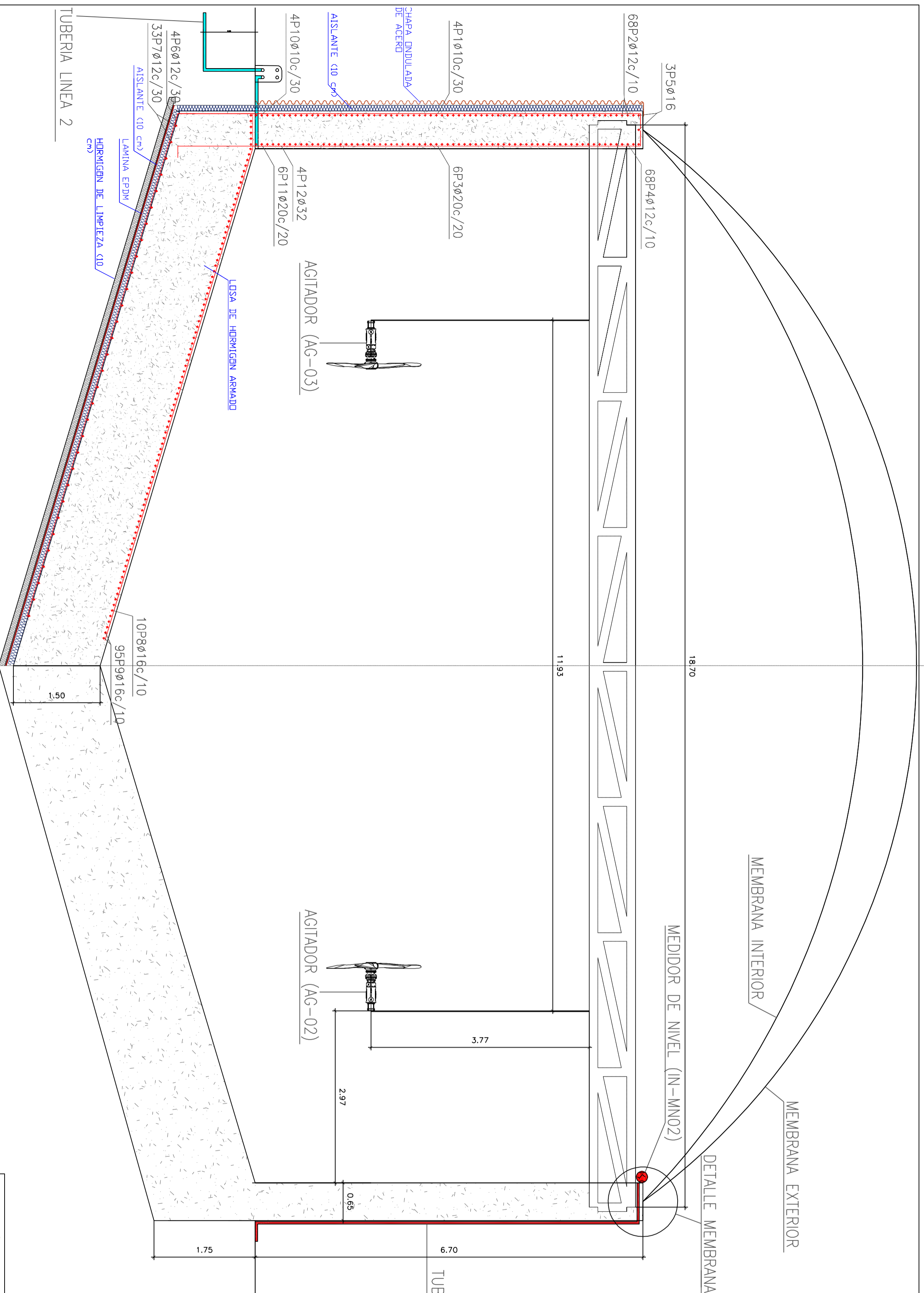


PLANTA GENERAL. ESCALA 1/250





DETALLE POSICION BOMBA. ESCALA 1:50

 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)		
LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA: VARIAS	
FECHA: 20/06/2019 FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	DENOMINACIÓN: PLANO DE PLANTA DE DEPOSITO DE PURIN Y DEPOSITO DE DIGESTATO	PLANO N.º: 9.4



CARACTERISTICAS SEGUN EHE 08			
MATERIAL	LOCALIZACION	DESIGNACION	NIVEL DE CONTROL
HORM. (Gimell)	Todo lo obra	HA-30/B/20/16+0b	Normal
ACERO	Todo lo obra	B 400 S	Normal
ACERO	Vigo de celosia	S275JR	Normal
EJECUCION	TIPO DE ACCION	NIVEL DE CONTROL	Efecto favorable
			Efecto desfavorable
Fermosante de valor no constante	Variable	Normal	$\gamma_0 = 1,00$
			$\gamma_0 = 1,60$

SECCION DIGESTOR ANAEROBIO
ESCALA 1:50

 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
<p>TITULO: PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA DE PRODUCCION DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGETICO DE EXPLOTACION PORCINA, UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>		
LOCALIZACION:	El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA: VARIAS
FECHA: 20/06/2019	DENOMINACION:	PLANO N°. 10.1
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	PLANO DE SECCION DIGESTOR ANAEROBIO	



C A R A C T E R I S T I C A S S E G U N E H E 0 8

MATERIAL	LOCALIZACION	DESIGNACION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORM. (Giment.)	Todo la obra	HA-30/B/20/V	Normal	$\gamma_c = 1,50$
ACERO	Todo la obra	B 500 S	Normal	$\gamma_s = 1,15$
TIPO DE ACCION				
EJECUCION			NIVEL DE CONTROL	Coeficientes de seguridad (para E.L.U.)
Permanente			Normal	Efecto favorable $\gamma_c = 1,00$
Permanente de valor no constante			Normal	Efecto desfavorable $\gamma_c^* = 1,50$
Variable			Normal	Efecto desfavorable $\gamma_c^* = 1,60$



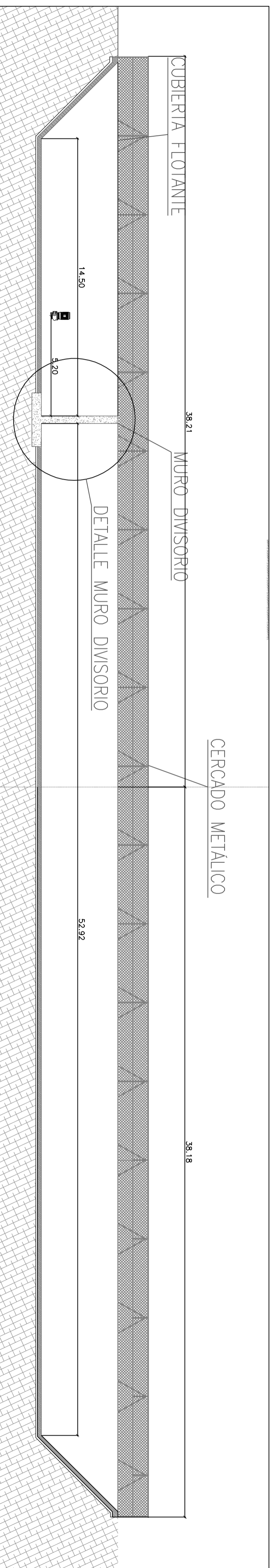
U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
 GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA
 PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO



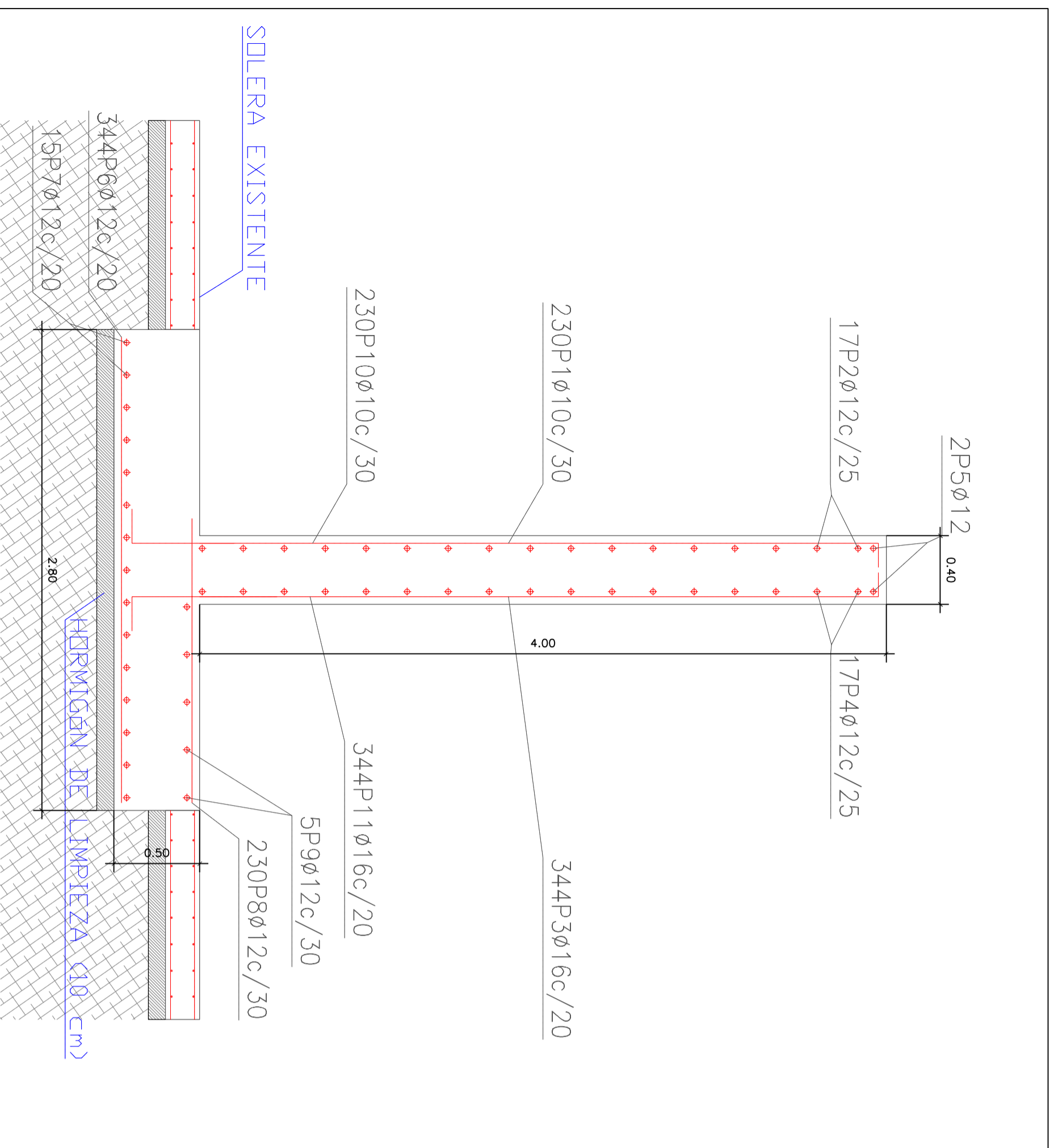
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)
ESCALA: 1:25

FECHA: 20/06/2019
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez
DENOMINACIÓN: PLANO DE SECCIÓN DE TANQUE DE MEZCLADO
PLANO Nº: 10.2



DETALLE CONSTRUCTIVO MURO DIVISORIO. ESCALA 1:150



DETALLE CONSTRUCTIVO MURO DIVISORIO. ESCALA 1:25

C A R A C T E R I S T I C A S S E G U N E H E 0 8

MATERIAL	LOCALIZACIÓN	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORM. (Cement.)	Toda la obra	HA-30/87/20/N	Normal	$\gamma_s = 1.50$
ACERO	Toda la obra	B 500 S	Normal	$\gamma_s = 1.15$
Ejecución	Tipo de acción	Nivel de control	Coeficientes de seguridad (para E.L.U.)	
Permanente		Normal	Efecto favorable	$\gamma_c = 1.30$
Variable	Permanente de valor no constante	Normal	Efecto desfavorable	$\gamma_c = 1.60$
				$\gamma_c = 1.60$

EFAR

U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA
GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA

PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO

TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

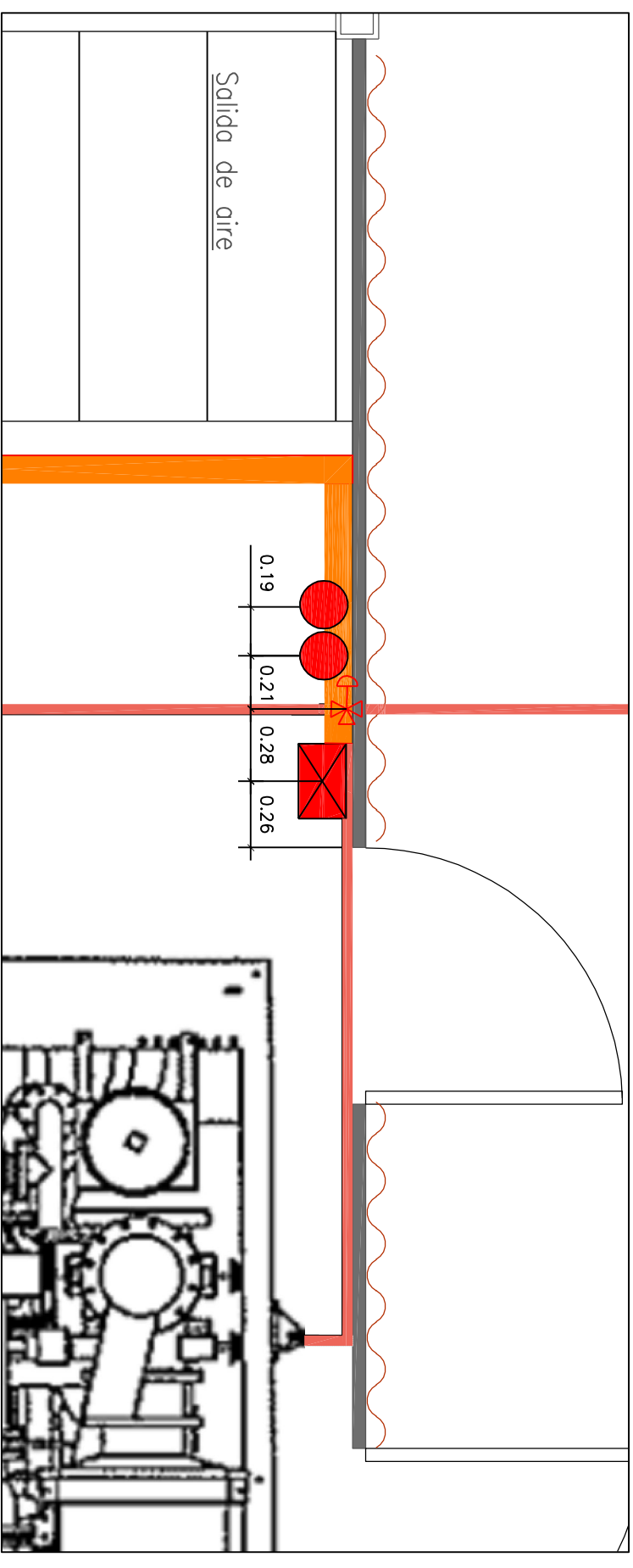
LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)

ESCALA: VARIAS

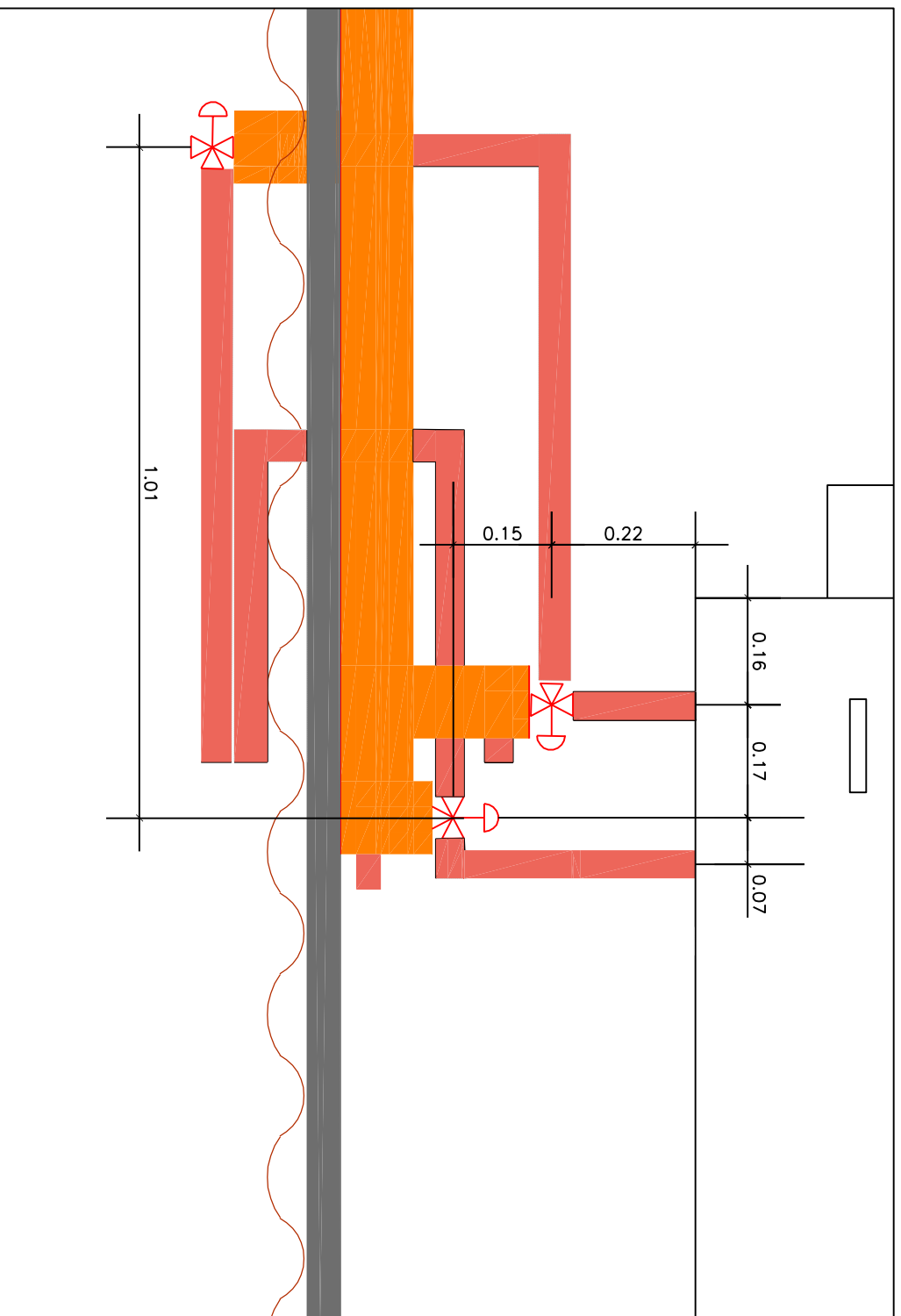
FECHA: 20/06/2019
FIRMA: ALUMNO:Alberto Barrio Pérez

DENOMINACIÓN: PLANO DE SECCIÓN DE DEPÓSITO DE PURIN Y DEPÓSITO DE DIGESTATO



PLANO Nº: 10.3

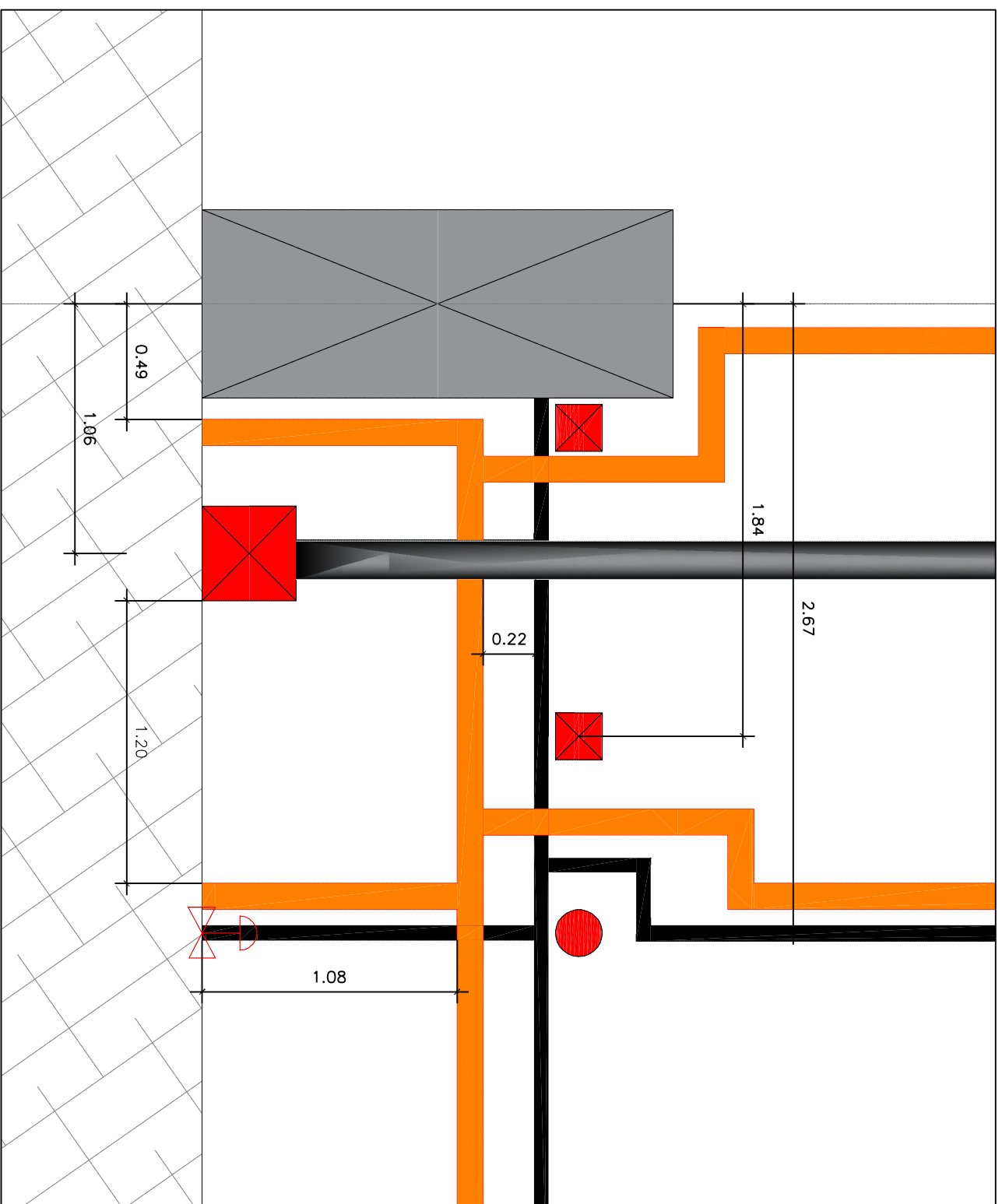


DETALLE EQUIPOS 1. ESCALA 1:25

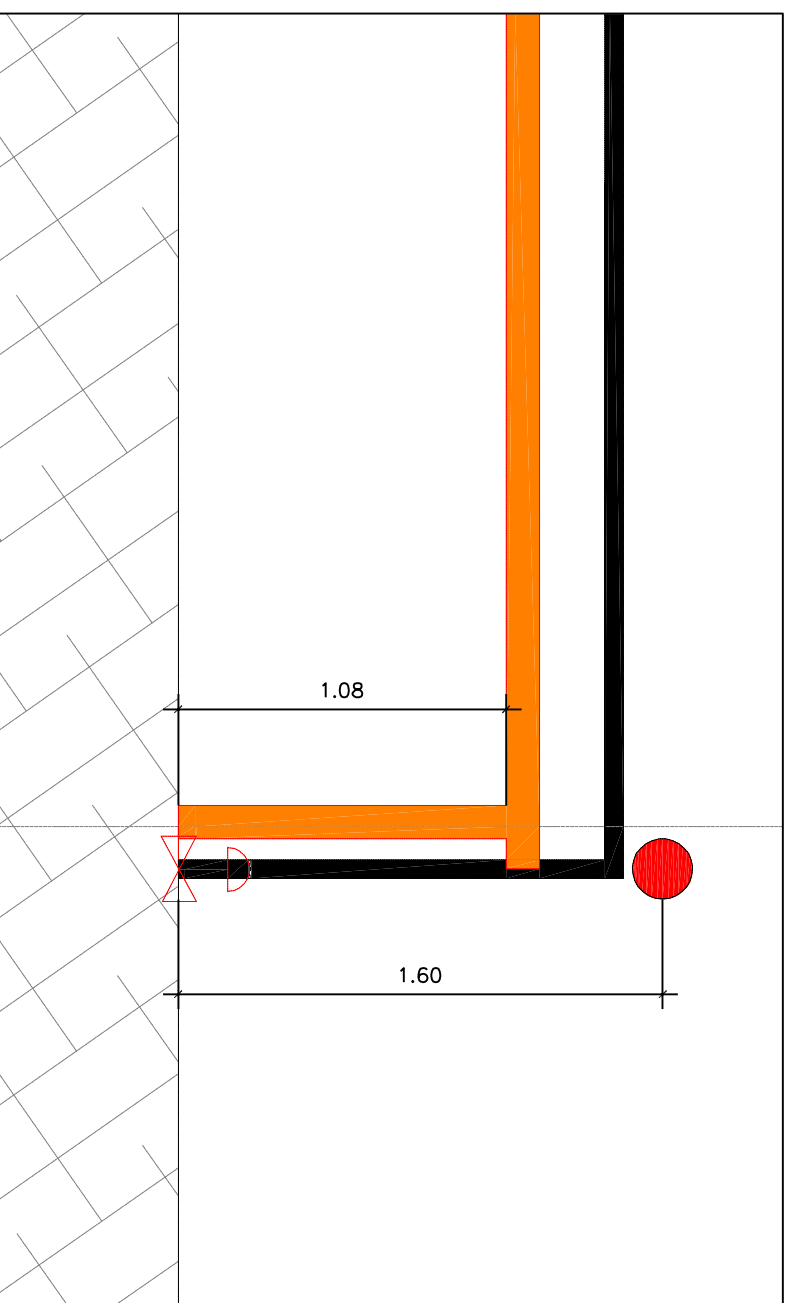


DETALLE EQUIPOS 2. ESCALA: 1:10



 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p>			 <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p>		
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>					
<p>LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)</p>			<p>ESCALA: VARIAS</p>		
<p>FECHA: 20/06/2019</p>		<p>DENOMINACIÓN: PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS</p>		<p>PLANO Nº: 11.1</p>	
<p>FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>		<p>MODULO DE COGENERACIÓN</p>			

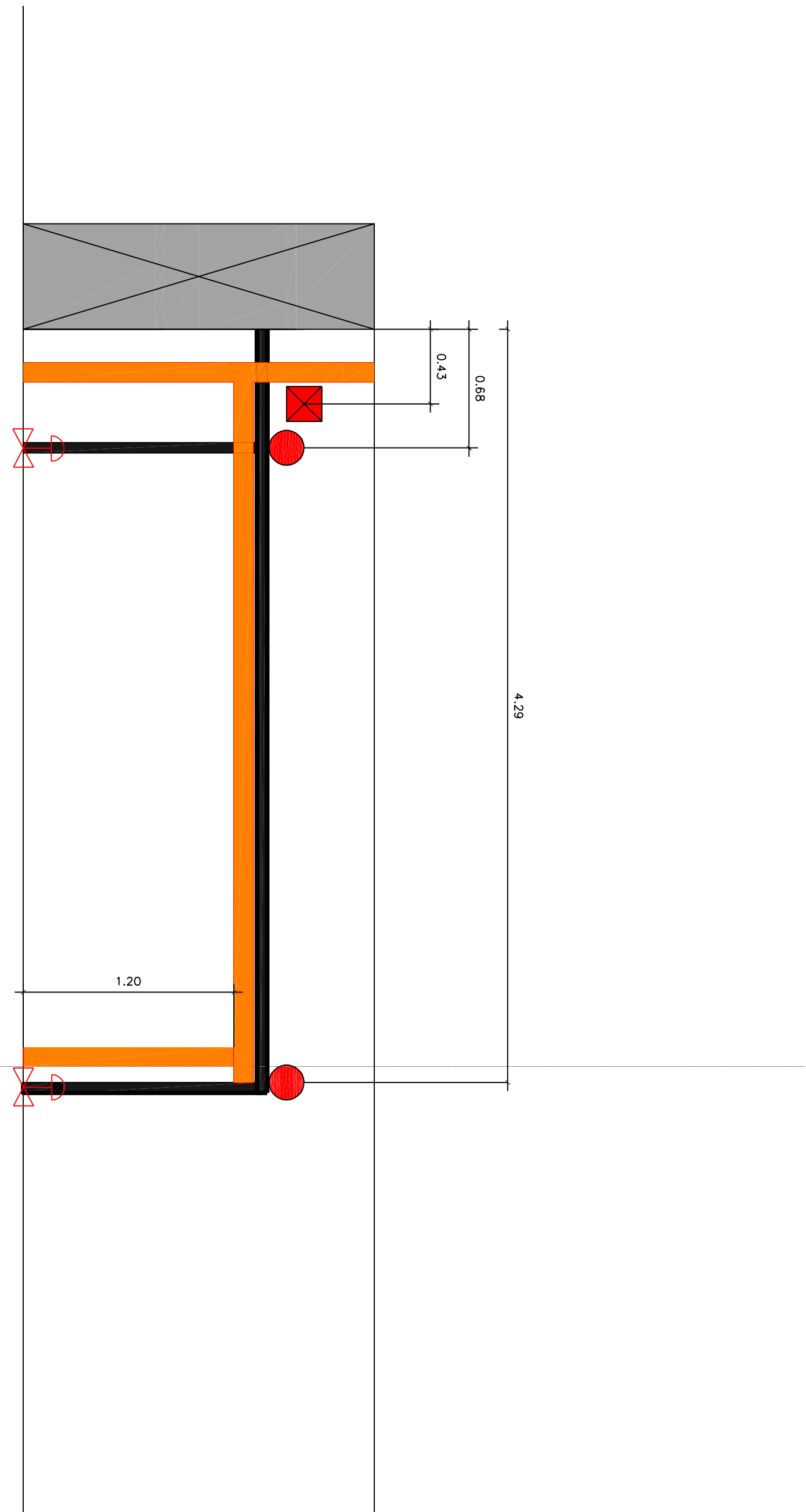




DETALLE A



DETALLE B

 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
<p>TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>		
<p>LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)</p>		<p>ESCALA: 1:25</p>
<p>FECHA: 20/06/2019</p> <p>FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>	<p>DENOMINACIÓN: PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS DIGESTOR ANAEROBIO</p>	<p>PLANO N.º: 11.2</p>




U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA
PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO
 

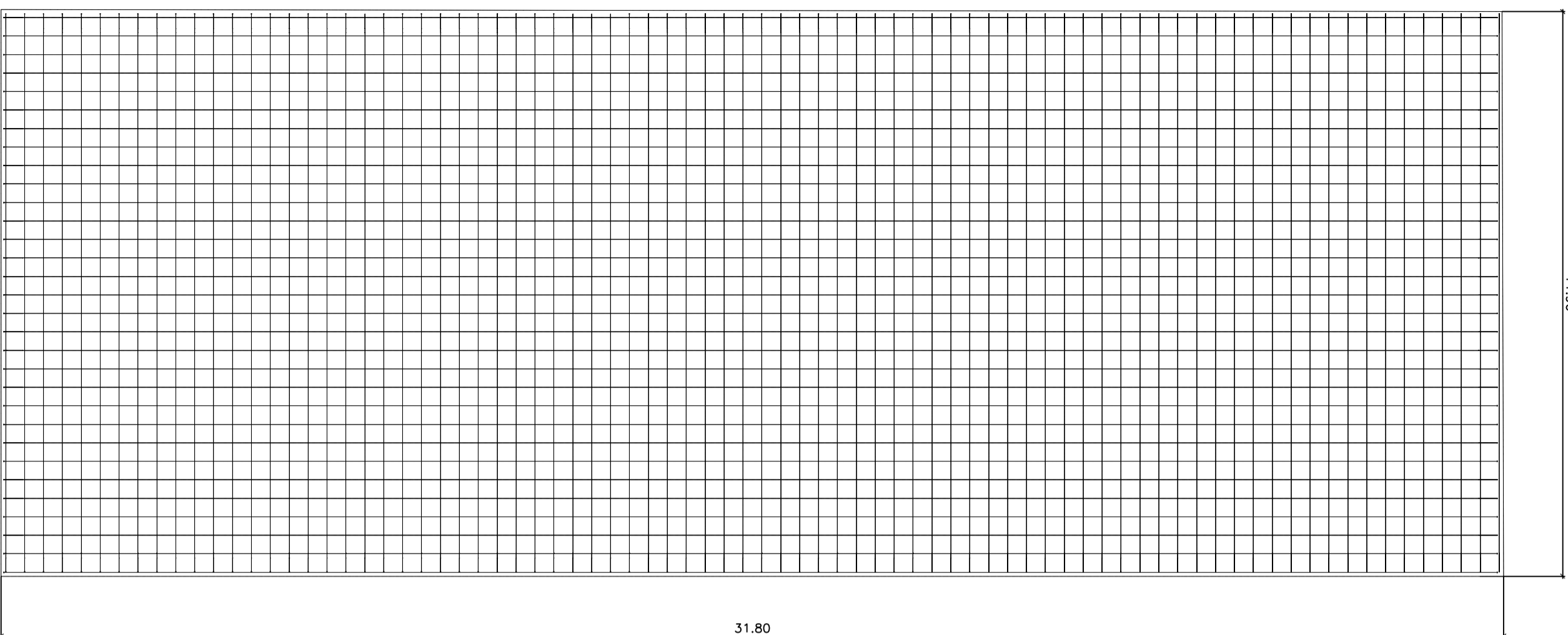
TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)
PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria) **ESCALA:** 1:25

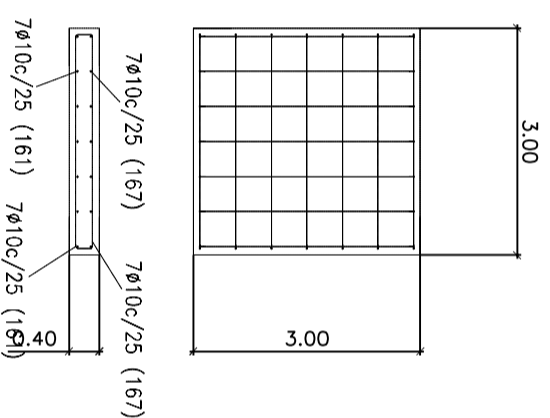
FECHA: 20/06/2019 FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez	DENOMINACIÓN: PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS TANQUE DE MEZCLADO	PLANO Nº: 11.3
---	---	-----------------------

LOSA CIMENTACION MODULO DE COGENERACION

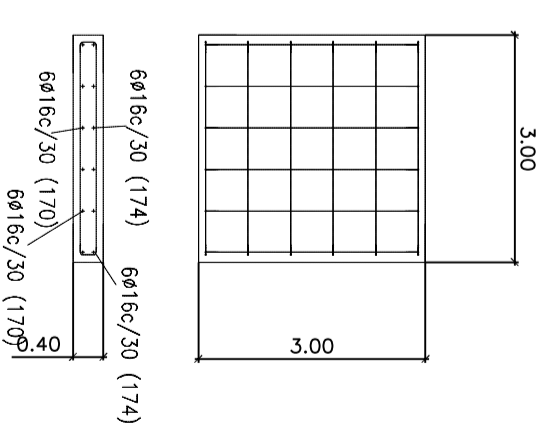
11.96



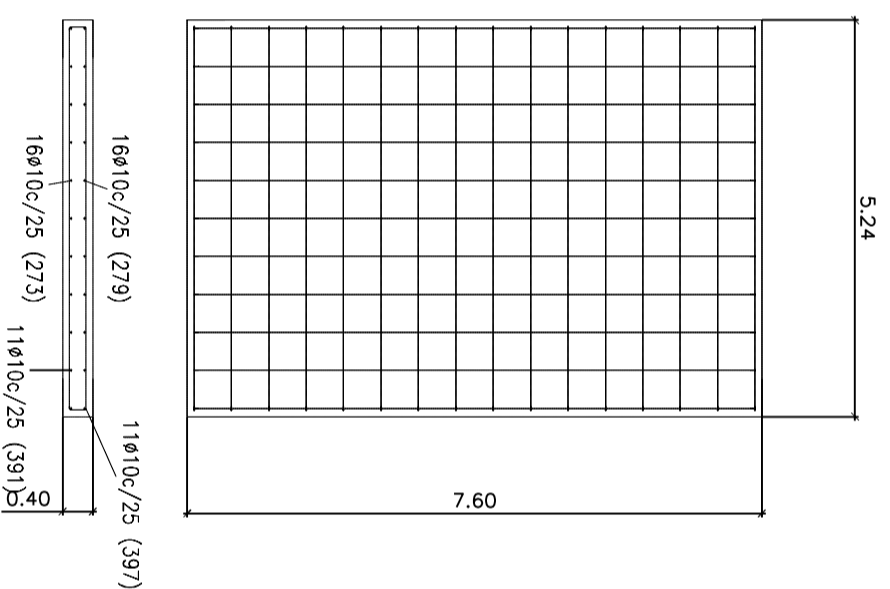
LOSA DE CIMENTACION DE SOPLANTE DE AIRE



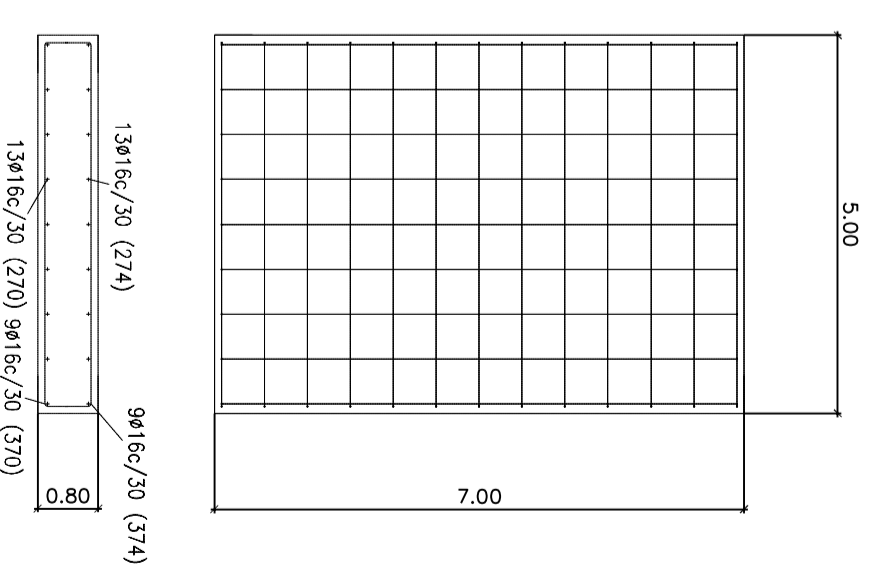
LOSA DE CIMENTACION DE ANTORCHA DE SEGURIDAD



LOSA DE CIMENTACION PARA EQUIPOS DE DOSIFICACION DE PAJA



LOSA DE CIMENTACION DE EQUIPOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE BIOGAS



C A R A C T E R I S T I C A S S E G U N E H E 0 8

MATERIAL	LOCALIZACION	DESIGNACION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORM. (Cement)	Todo la obra	HA-30/B/20/lb	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$
ACERO	Todo la obra	B 500 S	Normal	$\gamma_s = 1.15$
EJECUCION	TIPO DE ACCION	NIVEL DE CONTROL	Coeficientes de seguridad (para E.L.U.)	Efecto desfavorable
Permanente	Permanente	Normal	Efecto favorable	$\gamma_c = 1.50$
Variable	Variable	Normal	Efecto desfavorable	$\gamma_c = 1.60$

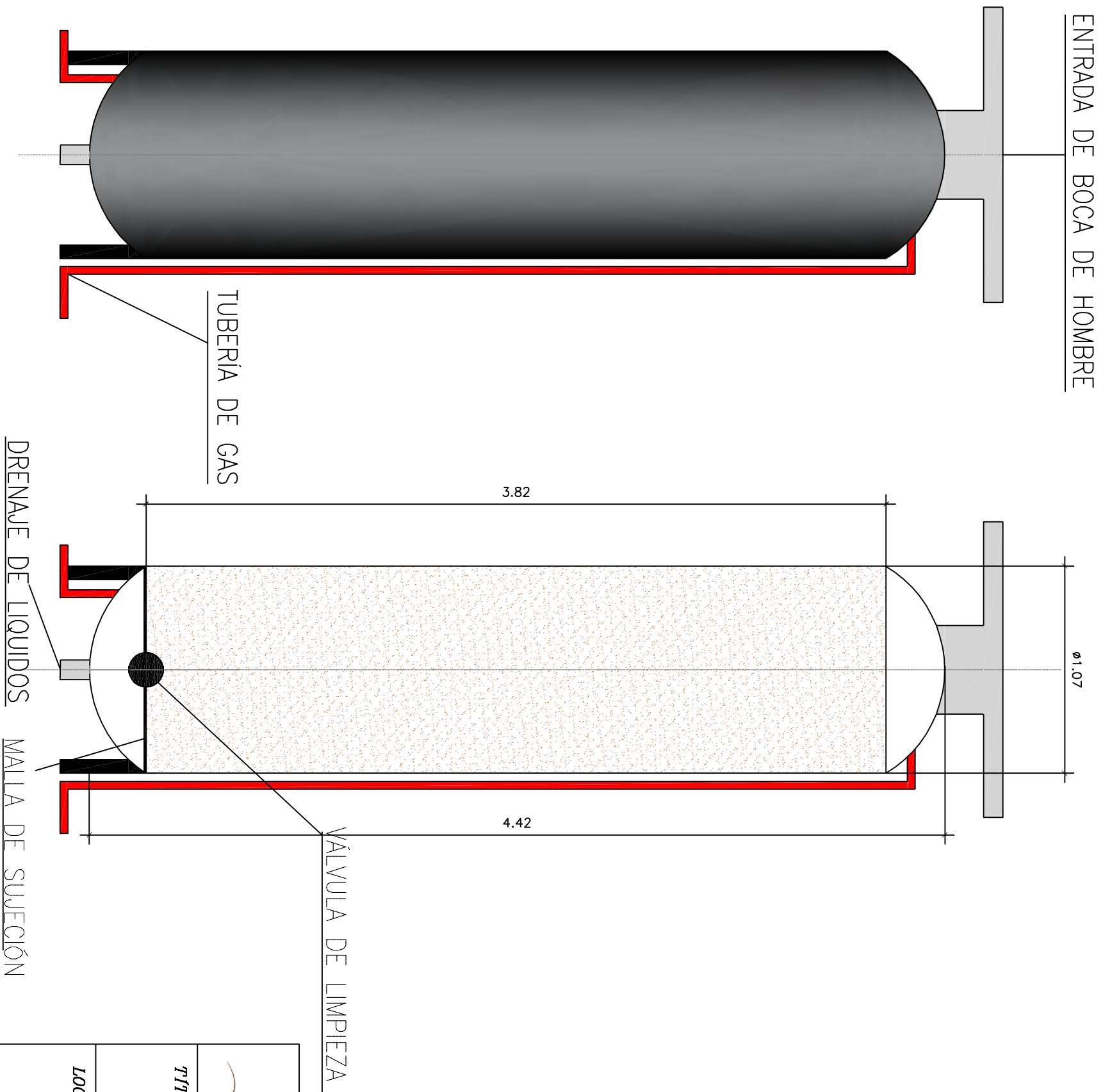
EFAB
 U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA
 GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA
 PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO





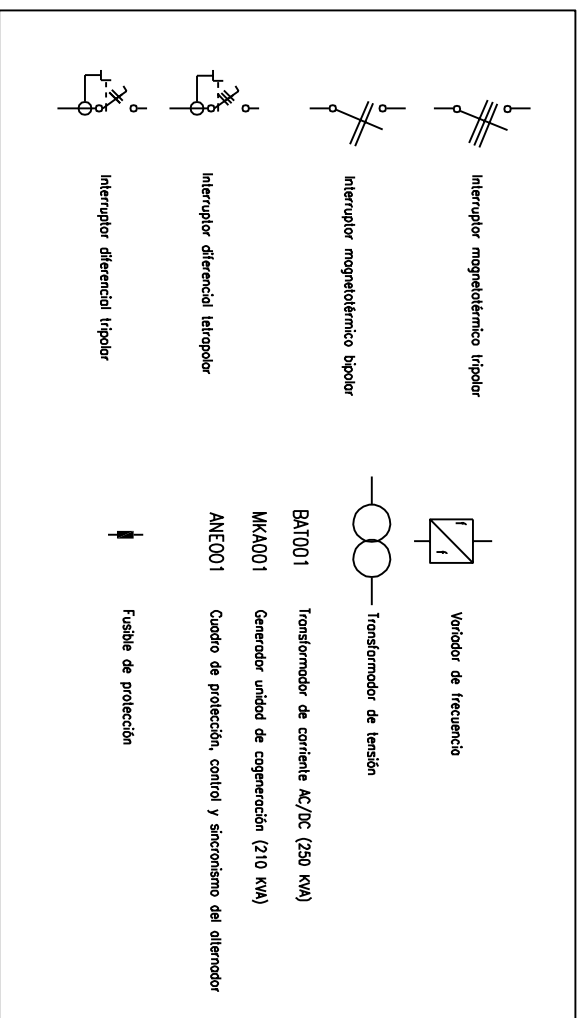
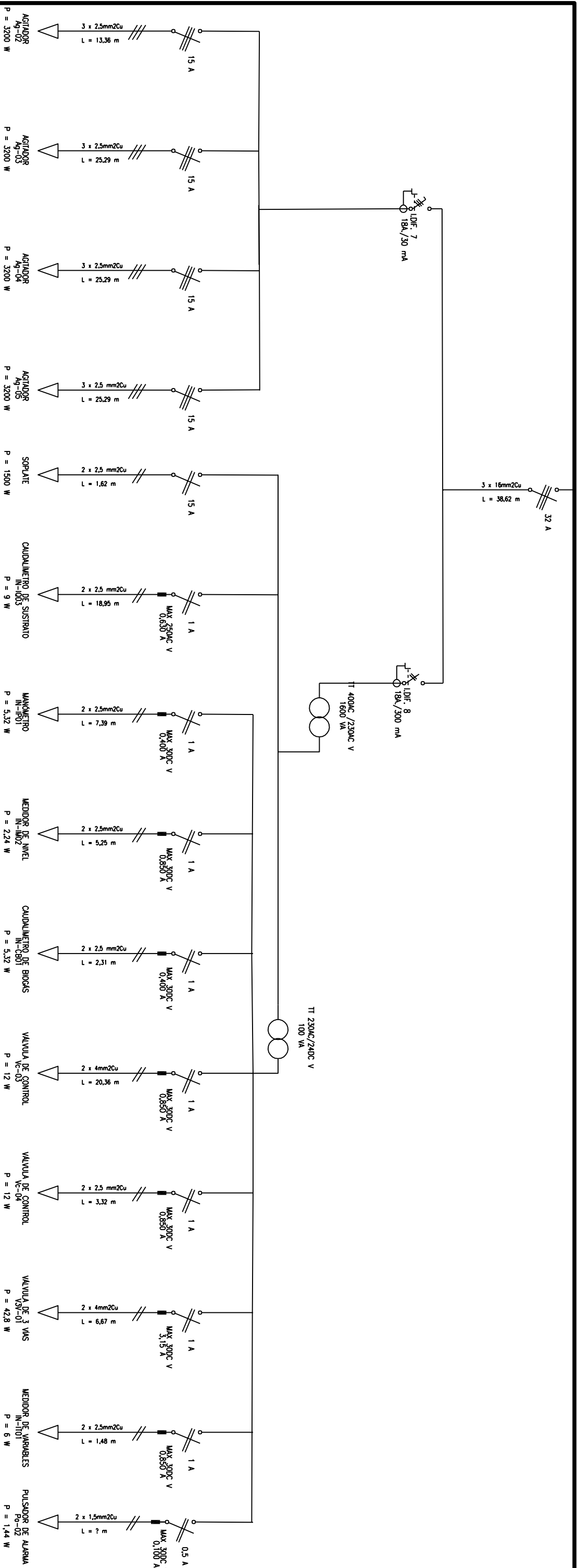
TITULO: PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA DE PRODUCCION DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGETICO DE EXPLOTACION PORCINA. UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)


LOCALIZACION: El Cubo de la Solana (Soria) **ESCALA:** 1/100

FECHA: 20/06/2019 **DENOMINACION:** LOSAS DE CIMENTACION DE EQUIPOS AUXILIARES **PLANO N.º:** 12
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez



 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONOMICA Y DE LA BIOENERGIA GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p> 		
<p>TITULO: PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA DE PRODUCCION DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGETICO DE EXPLOTACION PORCINA, UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>	<p>LOCALIZACION: El Cubo de la Solana (Soria)</p>	<p>ESCALA: 1:25</p>
<p>FECHA: 20/06/2019 FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez</p>	<p>DENOMINACION: COLUMNA DE DESULFURACION</p>	<p>PLANO N°: 13</p>





U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA
PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO

TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)

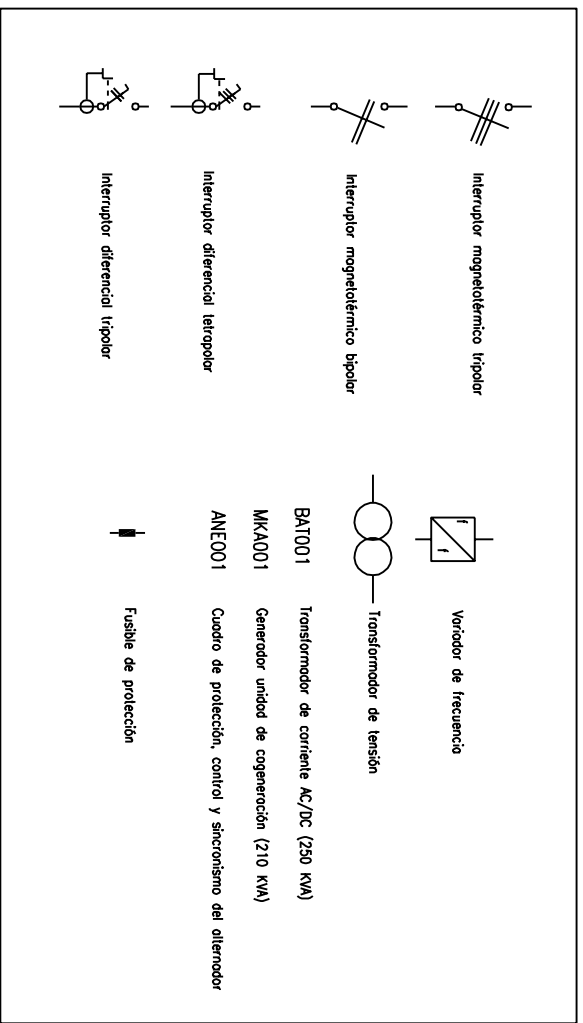
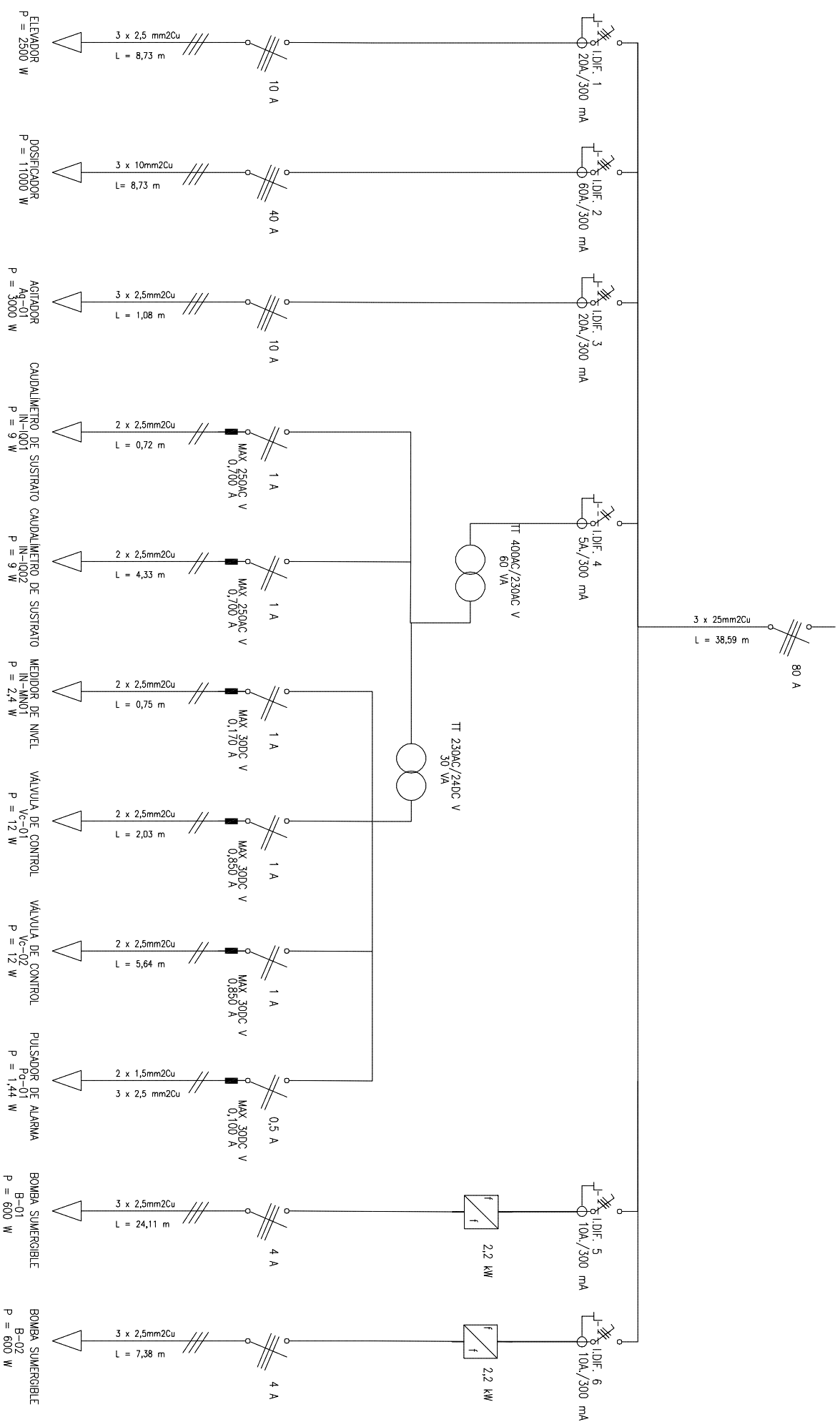
ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: 20/06/2019
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez

DENOMINACIÓN: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELÉCTRICO DIGESTOR ANAEROBIO

PLANO Nº: 14.1





U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA
PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO



TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIÓGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN:

El Cubo de la Solana (Soria)

ESCALA:

SIN ESCALA

FECHA: 20/06/2019

FIRMA:

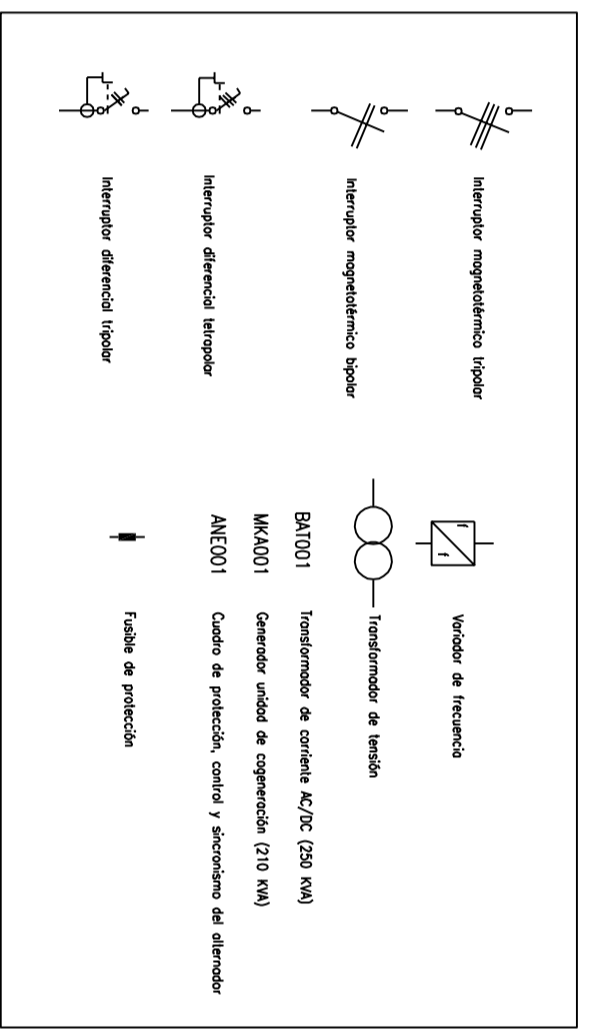
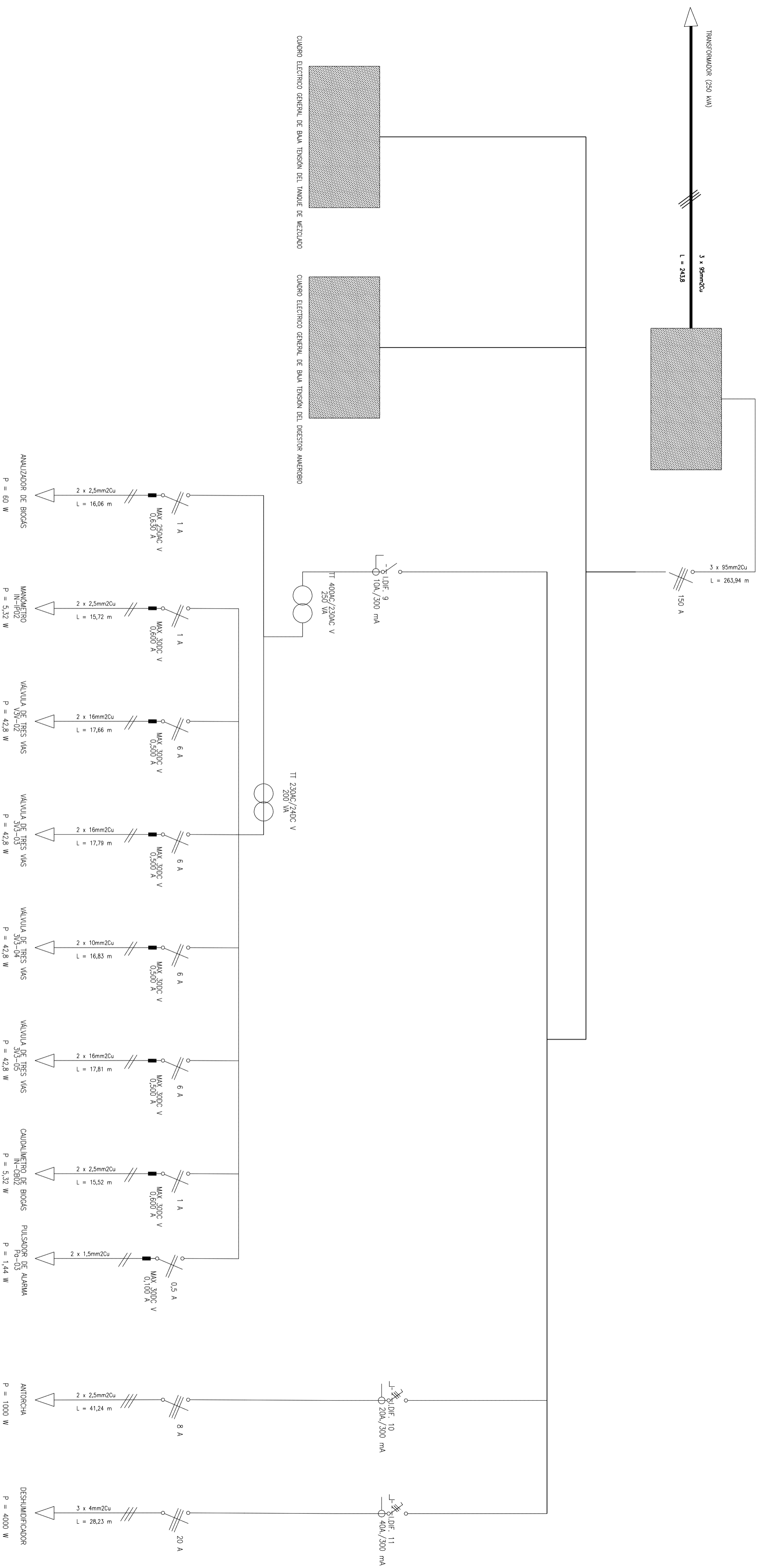
ALUMNO: Alberto Barrio Pérez



DENOMINACIÓN:

ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELÉCTRICO TANQUE DE MEZCLADO

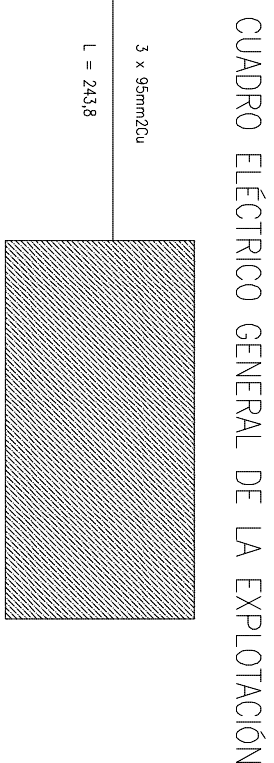
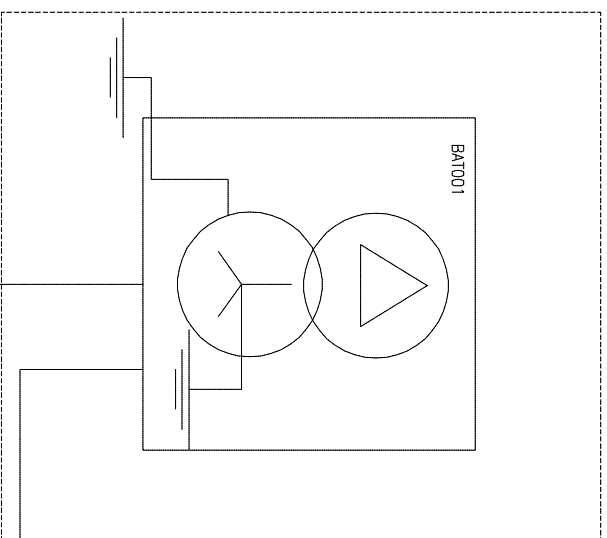
PLANO Nº: 14.2

CUADRO ELECTRICO GENERAL DE LA EXPLOTACION



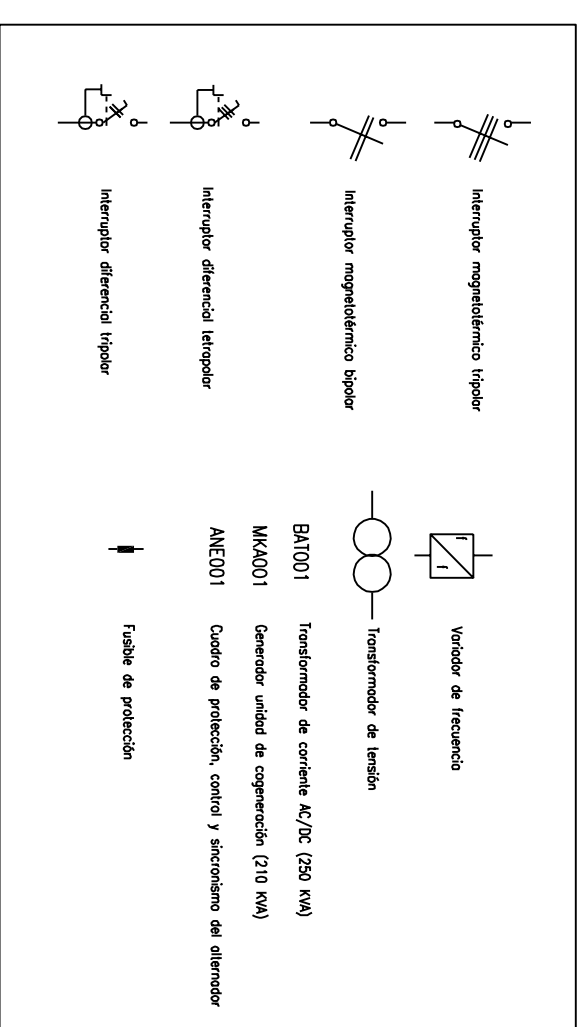
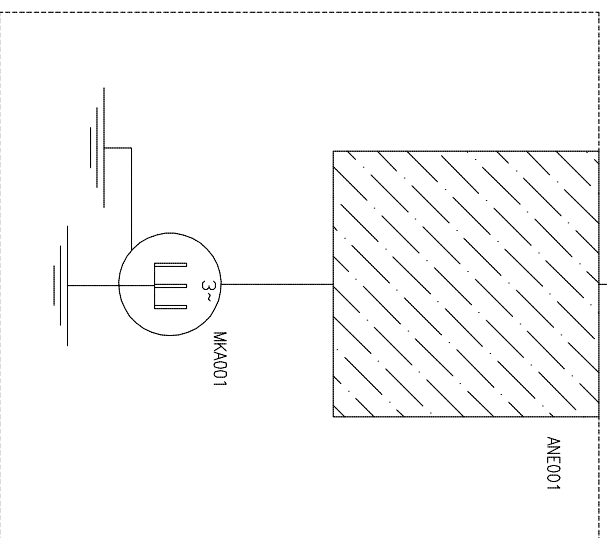
 <p>U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGIA GRADO EN INGENIERIA AGRARIA Y ENERGETICA</p> <p>PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO</p>			
<p>TITULO: PROYECTO DE EJECUCION DE PLANTA DE PRODUCCION DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGETICO DE EXPLOTACION PORCINA, UBICADA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)</p>			
LOCALIZACION:	El Cubo de la Solana (Soria)	ESCALA:	SIN ESCALA
FECHA: 20/06/2019	DENOMINACION: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ELECTRICO	PLANO N°: 14.3	
FIRMA: ALUMNO:Alberto Barrio Pérez	GENERAL PLANTA DE BIOGAS		

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN



10 x 3 x 95 mm2Cu + 10 x 1 x 95 mm2Cu
L = 279,93 m

MODULO DE COGENERACIÓN



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO



TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: 20/06/2019

DENOMINACIÓN:

PLANO Nº: 14.4

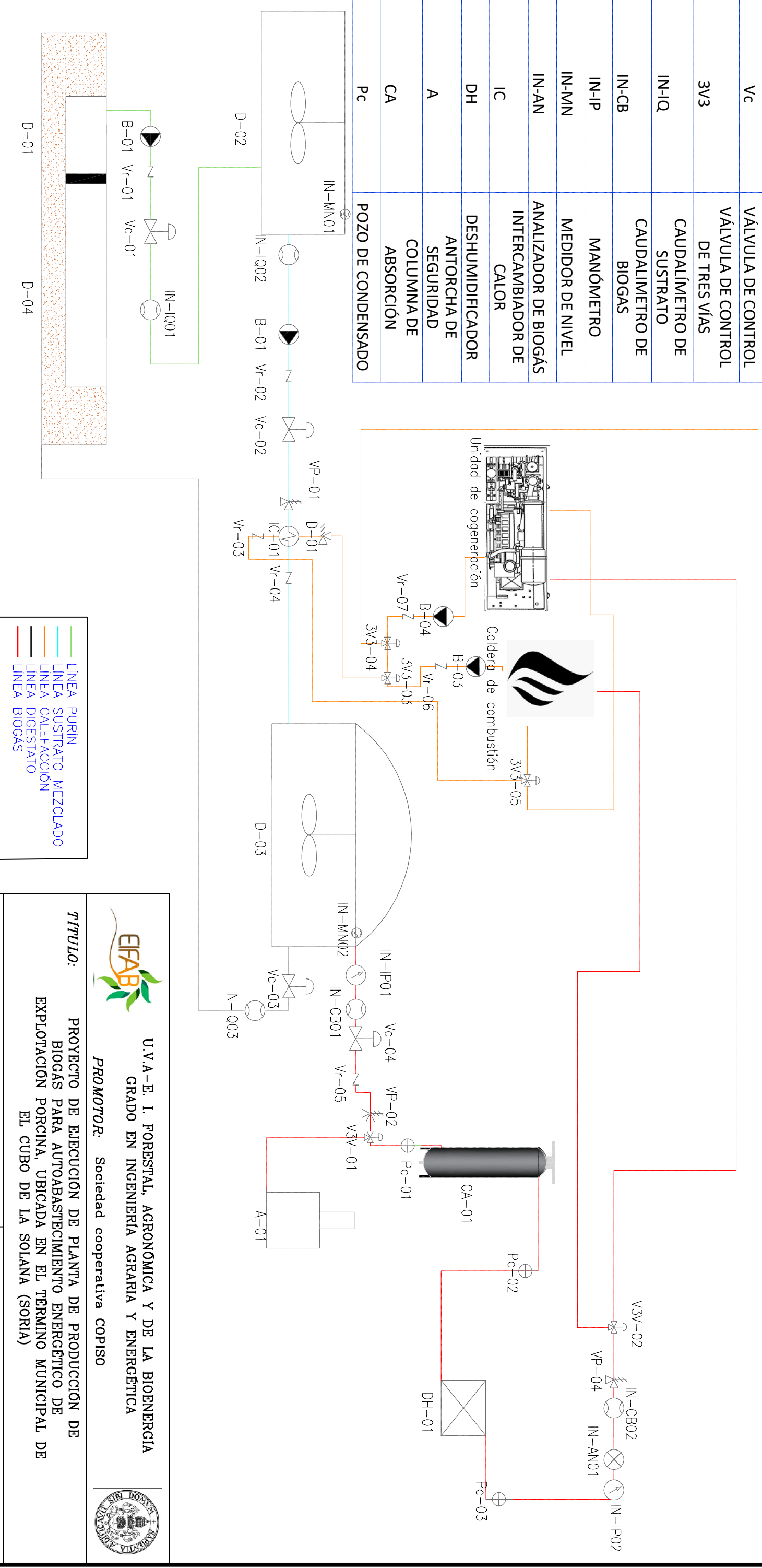
FIRMA:

ALUMNO: Alberto Barrio Pérez


ESQUEMA UNIFILAR GENERADOR

REFERENCIA	EQUIPOS
D	DEPÓSITO
B	BOMBA
Vr	VÁLVULA DE RETENCIÓN
VP	VÁLVULA ALIVIADORA DE PRESIÓN
Vc	VÁLVULA DE CONTROL
3V3	VÁLVULA DE CONTROL DE TRES VÍAS
IN-IQ	CAUDALÍMETRO DE SUSTRATO
IN-CB	CAUDALÍMETRO DE BIOGAS
IN-IP	MANÓMETRO
IN-MN	MEDIDOR DE NIVEL
IN-AN	ANALIZADOR DE BIOGÁS
IC	INTERCAMBIADOR DE CALOR
DH	DESHUMIDIFICADOR
A	ANTORCHA DE SEGURIDAD
CA	COLUMNA DE ABSORCIÓN
Pc	POZO DE CONDENSADO

Explotación




LINEA PURIN
LINEA SUSTRATO MEZCLADO
LINEA CALEFACCIÓN
LINEA DIGESTATO
LINEA BIOGAS



U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

PROMOTOR: Sociedad cooperativa COPISO



TÍTULO: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO DE EXPLOTACIÓN PORCINA, UBICADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CUBO DE LA SOLANA (SORIA)

LOCALIZACIÓN: El Cubo de la Solana (Soria)

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: 20/06/2019	DENOMINACIÓN: DIAGRAMA DE PROCESO	PLANO Nº: 15
FIRMA: ALUMNO: Alberto Barrio Pérez		

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES.

ÍNDICE DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DISPOSICIONES GENERALES	1
1. Objeto del pliego de condiciones	1
2. Contrato de obra.....	1
3. Documentación del contrato de las obras	1
4. Compatibilidad y prelación entre documentos.....	1
5. Alteraciones y/o limitaciones del programa de trabajo	2
6. Disposiciones de carácter general y particular	2
7. Documentación complementaria.....	3
8. Confrontación de planos y medidas	3
9. Anuncios y carteles.....	3
PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	3
1. Obligaciones y derechos de los agentes de la edificación	3
1.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación	3
1.2. Promotor.....	4
1.3. Proyectista.....	4
1.3. El contratista/constructor	5
1.4. El director de obra	6
1.5. El director de ejecución de la obra	7
1.6. Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación.....	8
1.7. Coordinador de seguridad y salud	8
1.8. Suministradores de productos	9
1.9. Los propietarios y los usuarios	9
1.10. Documentación final de la obra.....	10
2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.....	10
2.1. Accesos y vallados	10
2.2. Replanteo	10
2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos	10
2.4. Orden de los trabajos	11
2.5. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	11
2.6. Prórroga por causa de fuerza mayor	11
2.7. Procedencia de materiales, aparatos y equipos.....	12

2.8. Presentación de muestras	12
2.9. Materiales, aparatos y equipos defectuosos	12
2.10. Pruebas y ensayos	12
2.11. Limpieza de las obras.....	12
2.12. Obras sin prescripciones explicitas	13
2.13. Libro de órdenes.....	13
2.14. Obras y vicios ocultos.....	13
3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.....	13
3.1. Consideraciones generales	13
3.2. Recepción provisional.....	14
3.3. Documentación final de la obra	14
3.4. Medición y liquidación provisional de la obra	15
3.5. Plazo de garantía	15
3.6. Recepción definitiva.....	15
3.7. Recepciones de trabajos cuya contrata ha sido rescindida	15
3.8. Liquidación final.....	15
3.9. Liquidación en caso de rescisión	15
Pliego de condiciones de índole técnica	16
1.Clausulas generales	16
1.1. Objeto de este pliego.....	16
2. Obra civil	16
2.1. Áridos para hormigones.....	16
2.2. Agua.....	16
2.3. Cementos	17
2.4. Aditivos.....	17
2.5. Hormigones	17
2.6. Aceros en redondos.....	18
2.7. Acero estructural	18
2.8. Electrodos	19
2.11. Pintura	19
2.10. Insertos metálicos en el hormigón	19
2.11. Hierro fundido.....	19
2.12. Fundición.....	20
2.13. Tuberías de polietileno y acero	20
2.14. Piezas especiales.....	21
2.15. Tubos para conductos de monitorización.....	21

2.16. Lamina de impermeabilización de polietileno	21
2.17. Cubierta del digester anaerobio	21
2.18. Aislamientos	21
2.19. Ensayos.....	22
3. Ejecución de las obras.....	22
3.1. Replanteo	22
3.2. Desbroce del terreno	22
3.3. Excavaciones (zanjas y cimentación)	22
3.4. Vertederos.....	24
3.5. Compactación.....	24
3.6. Relleno de zanjas	24
3.7. Transporte y manejo de los tubos.....	24
3.8. Colocación de las tuberías enterradas.....	24
3.9. Obras de hormigón	25
3.10. Encofrados	26
3.11. Hormigonado	26
3.12. Armaduras.....	27
3.13. Estructura metálica	27
3.14. Soldaduras	28
3.15. Condiciones a cumplir los soldadores y sus equipos	29
3.16. Pintura	29
3.17. Camino de acceso y área de la planta	30
4. Instalaciones eléctricas en baja tensión	30
4.1. Condiciones generales	30
4.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.....	31
4.3. Conductores aislados enterrados	31
4.4. Conductores aislados en el interior de la construcción	31
4.5. Accesibilidad a las instalaciones.....	32
4.6. Identificación de las instalaciones.....	32
4.7. Cuadros eléctricos.....	32
4.8. Instalación de puesta a tierra.....	32
4.9. Controles eléctricos	33
4.10. Limpieza	33
4.11. Criterios de medición	33
5. Equipos.	33
5.1. Equipamiento general.....	33

5.2. Condiciones que han de cumplirse antes de la instalación de equipos.....	34
Pliego de condiciones de índole económica.....	34
1. Base fundamental.....	34
1.1. Base fundamental.....	34
2. Garantías de cumplimiento y fianzas	34
2.1. Garantías.....	34
2.2. Fianzas.....	34
2.3. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza	35
2.4. Devolución de la fianza.....	35
3. Precios y revisiones.....	35
3.1. Precios contradictorios	35
3.2. Reclamaciones de aumento de precios	35
3.3. Revisión de precios	36
3.4. Elementos comprendidos en el presupuesto	37
4. Valoración y abono de los trabajos	37
4.1. Valoración de las obras	37
4.2. Menciones parciales y finales	37
4.3. Equivocaciones en el presupuesto	37
4.4. Valoraciones de obras incompletas	37
4.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales	38
4.6. Pagos	38
4.7. Suspensión por retraso de pagos	38
4.8. Indemnización por retraso de pagos.....	38
4.9. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.....	38
5. Otros.....	39
5.1. Mejoras de las obras	39
5.2. Seguro de los trabajos.....	39
5.3. Contrato de la obra	40
5.4. Subcontratos	40
5.5. Obras por administración.....	40
Pliego de condiciones de índole legal	41
1. Condiciones de índole legal.....	41
1.1. Jurisdicción.....	41
1.2. Pago de arbitrios	41
1.3. Accidentes de trabajo y daños a terceros	42
1.4. Causas de rescisión del contrato.....	42

DISPOSICIONES GENERALES

1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente pliego de condiciones tiene la finalidad de fijar los criterios de la relación que se ha de instaurar entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para el contrato de obras que se efectuará entre el contratista y el promotor.

Además, el pliego se encarga de fijar las condiciones técnicas que se deben cumplir en la ejecución de las distintas unidades de obra que componen al presente proyecto, establecer criterios de medición y las bases económicas por las que se va a regular su abono, así como otras condiciones de carácter general que se regirán a la hora de la ejecución de las obras y hasta su entrega en la Administración.

2. CONTRATO DE OBRA

Es recomendable que la contratación de la ejecución de las obras se realice en función de las unidades de obra, en función de los documentos del proyecto y en cifras fijas.

El director de obra deberá ofrecer la documentación necesaria para la realización del contrato de las obras.

3. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE LAS OBRAS

Los documentos que van a aparecer a continuación integran el contrato de las obras. Estos documentos irán relacionados en orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, por si se dan posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones.

- Condiciones establecidas en el contrato de obras.
- El presente Pliego de Condiciones.
- Documentación tanto grafica como escrita del proyecto.

4. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS

En caso de incompatibilidad entre los Documentos del presente Proyecto se debe tener en cuenta el siguiente orden de preferencia:

1. El Documento nº2 “Planos” tiene prelación sobre los demás documentos del Proyecto en lo que a dimensionamiento se refiere.
2. El Documento nº3 “Pliego de Condiciones” tiene prelación sobre los demás en lo referente a las características físicas y técnicas de los materiales a utilizar, así como en la ejecución, medición y valoración de las obras.
3. El Cuadro de precios del Documento nº 1 “Memoria” tiene prelación sobre cualquier otro documento en lo referente a los precios de las unidades de obra.
4. Los documentos del Proyecto tienen preferencia respecto a los Pliegos de Condiciones Generales que se mencionan en el presente Pliego.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese en ambos documentos,

siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento, y que aquella figure en los Cuadros de Precios del Documento nº 4 "Presupuesto".

Las omisiones o descripciones erróneas de detalles que puedan existir en el Documento nº 2. "Planos", y en este Pliego y, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los documentos antes referidos, o, que por uso y costumbre deben ser elaborados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutarlos, sino que deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente detallados en los Documentos del Proyecto.

5. ALTERACIONES Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJO

Cuando del Programa de Trabajos se deduzca la necesidad de reemplazar cualquier condición contractual, el Contratista y el Ingeniero Director de las Obras, redactarán el Programa contradictoriamente, acompañándose de la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria.

6. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL Y PARTICULAR

Además de lo determinado en los diferentes apartados del presente documento, es necesario seguir la siguiente normativa dependiendo de las obras que se vayan a realizar, esta normativa es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y sus posteriores modificaciones.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
- Orden ARM / 1312 / de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E.), aprobada por Real Decreto 1.247/2008 de 18 de julio.
- Código Técnico de la Edificación.
- Normas NTE en vigor.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamentos, normas e instrucciones del Ministerio de Industria relativos a líneas, instalaciones de alta y baja tensión, instalaciones eléctricas en general, subestaciones, centros de transformación, autorización de instalaciones, verificaciones eléctricas.
- Leyes y Reglamentos sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, accidentes, disposiciones sociales, etc.
- Norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

El resto de las disposiciones y normativas que legalmente sean aplicables a los términos del contrato y modificaciones de las anteriores que se produzcan durante el desarrollo del mismo.

Cuando entre las condiciones especificadas en los documentos antes citados se produzca alguna discrepancia, se aplicarán, en primer lugar, las establecidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, o en su defecto, las más restrictivas de las establecidas en los Pliegos antes citados o, a falta de ellas, las que determine el Director de Obra.

El Director de Obra podrá determinar condiciones que modifiquen, completen o supriman las establecidas en los Pliegos y Normas antes citados, incluidas las especificadas en el presente Pliego.

De todos los pliegos, normas e instrucciones que se han citado anteriormente, o en los que se citen más adelante en este Pliego de Condiciones, la versión aplicable será la vigente en el momento de ejecutar la obra.

7. DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

El presente Pliego estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en el Contrato de Escritura.

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa en el Contrato de Escritura.

8. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

Una vez recibidos todos los planos que le hayan sido facilitados, el Contratista, deberá confrontarlos y en el caso de la existencia de alguna contradicción, este deberá de informar al Director de Obras.

Las cotas que se presenten en los planos tendrán preferencia que las escalas. El contratista deberá de confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra siendo totalmente responsable de cualquier error que se hubiera podido evitar al haber realizado la confrontación.

9. ANUNCIOS Y CARTELES

En las obras realizadas no se podrán colocar ningún tipo de anuncio sin el previo consentimiento del promotor.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN

1.1. DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN

La Ley 38/1999 “Ley de Ordenación de la Edificación” se ocupa de regular las atribuciones de los agentes intervinientes en la edificación.

Así mismo, se define como agentes a todas aquellas personas, tanto físicas como jurídicas, que interviene de alguna manera en el proceso de ejecución y edificación de las obras.

Las obligaciones de estos quedan determinadas tanto por el contrato que provoca su intervención como por la Ley anteriormente citada.

En el capítulo III de esta Ley quedan recogidas los agentes de la edificación, considerándose los siguientes agentes:

1.2. PROMOTOR

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Las obligaciones del promotor son las siguientes:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al contratista y el directos de ejecución de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Suscribir los seguros previstos de la Ley de Ordenación de la Edificación donde se cubran todos los daños materiales ocasionados por vicios y defectos de construcción.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.
- Suscribir el acta final de recepción final de las obras donde deberá indicarse la aceptación de las obras, o si se hace mención a reservas, deberá de mencionar de manera detallada las deficiencias observadas así como el establecer un plazo para la realización de esas reservas.

1.3. PROYECTISTA

El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de esta Ley, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

Son obligaciones del proyectista:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión.
- Redactar el proyecto por encargo del promotor, siendo el contenido del proyecto todo lo necesario para tramitar la licencia de obra, así como los demás permisos administrativos. Además, la documentación, deberá de permitir interpretar y ejecutar totalmente la obra. El proyecto deberá de ser visado por su respectivo colegio profesional.
- Acordar con el promotor la contratación de posibles colaboraciones parciales de otros técnicos componentes.
- Mostrar la propiedad intelectual de su trabajo, la documentación escrita realizada, cualquier cálculo realizado para la elaboración del proyecto, todos los planos contenidos del proyecto a realizar y cualquier otro tipo de documentos complementarios necesarios para la realización del proyecto.
- Elaborar todo tipo de estudios y proyectos parciales que sean exigidos por la legislación que compete en el momento de la elaboración del proyecto, pudiendo únicamente realizar los estudios y proyectos en los que tenga competencias para la elaboración de los mismos.
Únicamente no elaborará estos documentos en el caso de que el director de obra se niegue a que los realice y el promotor este de acuerdo. Cuando ocurra lo anteriormente citado, el proyectista podrá reclamar una compensación económica en el caso de cesión de los derechos de autor y de la propiedad intelectual.

1.3. EL CONTRATISTA/CONSTRUCTOR

El constructor se trata del agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.

Las obligaciones del constructor se recogen a continuación:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto, obras siendo las condiciones de ejecución las establecidas en el contrato y en los documentos del presente proyecto. Por lo que, si se construyeran unidades de obra con deficiencias, el contratista estaría obligado a la reconstrucción y demolición de las mismas, sin poder escusarse de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconoció la construcción en sus numerosas visitas.

- Debe de realizar todos los trabajos de construcción con la finalidad de cumplir todos los plazos previstos en el Plan de Obras
- Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías por daños material ocasionados por vicios y defectos de la construcción.
- Debe disponer de todos los medios necesarios, materiales y humanos, que la obra requiera en cada momento. De esta manera se debe de disponer del personal suficiente para poder solapar los trabajos que sean compatibles entre si y permita realizar estos sin ningún tipo de obstrucción.
- Debe de asegurar la calidad y idoneidad de cada uno de los materiales utilizados, de manera que debe de rechazar por iniciativa propia o por orden del director de ejecución de la obra aquellos elementos o materiales que se encuentren defectuosos o que cumplen con las disposiciones mínimas de calidad exigidas.
- Deberá de sacar copias de todos los documentos que integran el proyecto.

1.4. EL DIRECTOR DE OBRA

El director de obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Las obras de los proyectos parciales podrán ser dirigidos por otros técnicos siendo estos coordinados bajo el director de obra.

Son obligaciones del director de obra lo siguiente:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- En el caso de que el director de la obra fuera la misma persona que el director de ejecución de la obra, las mismas obligaciones que posee el director de ejecución de la obra.
- Realizar o disponer en todo momento de pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y todo tipo de unidades de obra según las frecuencias de muestro programadas en el Plan de Control.

1.5. EL DIRECTOR DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El director de la ejecución de la obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

Las obligaciones del director de la ejecución de la obra son las siguientes:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas. Debe comprobar que todos los elementos se ajustan de manera correcta a las normas exigibles de calidad y a

lo que determina el proyecto. Además, tiene el derecho de aceptar o rechazar dichos elementos cuando el considere oportuno y por consiguiente la realización de pruebas y ensayos que considere necesaria.

- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.
- Supervisar que se cumplen las ordenes mandadas y que lo que se ejecuta es lo que realmente se debe de ejecutar.
- Acudir a las autoridades judiciales siempre que se pusiera en peligro la obra y las personas que traban en ella debido a la omisión de las órdenes efectuadas.

1.6. ENTIDADES Y LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son obligaciones de las entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación:

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.7. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Las funciones que debe realizar el coordinador de seguridad y salud durante la obra son las siguientes:

- Coordinar en todo momento los principios generales de prevención y seguridad.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgo Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad elaborado por el contratista y las modificaciones introducidas en el mismo en caso de la existencia de las mismas.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas alcancen a acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

1.8. SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción. Entendiéndose como producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

Son obligaciones de los suministradores de productos:

- Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.
- Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.9. LOS PROPIETARIOS Y LOS USUARIOS

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

La obligación de los propietarios y usuarios viene recogida a continuación:

- Utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento, contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.10. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

Según la Ley 38/1999 “Ley de Ordenación de la Edificación”, cuando se finalice la obra, el director de obra facilitara al promotor el proyecto con la incorporación de las posibles modificaciones con la finalidad de la formulación de los trámites administrativos.

A dicha documentación se le adjuntara la siguiente documentación:

- Acta de recepción.
- Identificación de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación.
- Documentación con las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio.
- Normativa de aplicación.

Toda la documentación anteriormente descrita será entregada a los usuarios finales de las edificaciones.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

En el siguiente apartado se detallan las disposiciones básicas que se han de considerar a la hora de la realización de la ejecución de la obra, siendo estas relativas a medios auxiliares, materiales y trabajos.

2.1. ACCESOS Y VALLADOS

El contratista tendrá la obligación de disponer del vallado de la obra, así como los accesos a la misma y el mantenimiento de ambos durante el tiempo que dura la ejecución de la obra.

El director de obra tendrá derecho a dictar la modificación o mejora de ambos.

2.2. REPLANTEO

Los trabajos de replanteo los realizara el contratista de modo que quedan incluidos en su oferta económica.

Además, el replanteo realizado deberá ser sometido a aprobación por el director de ejecución de la obra y una vez que haya dado el visto bueno y su aceptación se procederá a la realización del Acta de Inicio y Replanteo, la cual deberá de ir acompañada de un plano de replanteo definitivo, siendo este aprobado por el director de obra.

La deficiencia u omisión de este trámite es responsabilidad del contratista.

2.3. INICIO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El inicio de las obras se llevará a cabo por el contratista en el plazo detallado en el contrato de las obras.

El ritmo de ejecución de los trabajos se deberá de realizar de manera adecuada y sin ningún tipo de sobresaltos con la finalidad que dentro de los periodos parciales establecidos se realicen los trabajos correspondientes para que de esta forma la ejecución total de la obra se lleve a cabo en el plazo de tiempo preestablecido.

De este modo, el contratista deberá de comunicar preferiblemente por escrito, con mínimo tres días de antelación, el inicio de las obras a la Dirección facultativa.

De modo que el mismo día del comienzo de los trabajos, el director de obra, el promotor y el contratista suscribirán el acta de comienzo de las obras.

Para que el director de obra pueda realizar la formalización del acta de comienzos de la obra deberá comprobar que en la obra se precisan de la siguiente documentación:

- Proyecto de ejecución, anejos y posibles modificaciones.
- Licencia de Obra.
- Libro de Incidencias.
- Libro de Ordenes y Asistencia.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo (realizada por el contratista).
- Otro tipo de autorizaciones, licencias o permisos que sean regladas por otras administraciones.

Se debe de señalar que el acta de comienzo de las obras marca el inicio de los plazos parciales y el plazo total de ejecución de la obra.

2.4. ORDEN DE LOS TRABAJOS

El orden de los trabajos lo dictamina el contratista salvo que, por posibles situaciones de naturaleza técnica, se estime beneficiosa su modificación por la Dirección facultativa.

2.5. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea necesario la ampliación del proyecto los trabajos no se verán interrumpidos, de modo que se continúe en función de las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Cuando la dirección de ejecución de la obra disponga al contratista para cualquier obra de carácter urgente, el contratista deberá de anticipar ese servicio, de manera que el importe de ese servicio le será consignado por medio de un presupuesto adicional o directamente abonado en función de la cuantía que se convenga por la realización de ese proyecto.

2.6. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si se diera el caso de que el contratista, por causas ajenas a su voluntad, tuviera que cancelar las obras, no pudiese comenzar las obras en la fecha de inicio de las obras estipulada en el contrato de obras o ante la imposibilidad de terminar las obras en el plazo fijado en el contrato de las obras se le concederá una prórroga.

Para la concesión de esta prórroga, el contratista deberá de elaborar un escrito, cuyo remitente será el director de obra, donde deberá de enunciar la causa que impide la causa que impide la ejecución de la obra y el retraso que conllevará dicha causa y razonando de manera correcta la prórroga que debido a esa causa necesita.

2.7. PROCEDENCIA DE MATERIALES, APARATOS Y EQUIPOS

El contratista posee total libertad para abastecerse de los materiales, aparatos y equipos de donde considere oportuno, excepto en aquellos materiales, aparatos o equipos en los que se especifiquen unas características o procedencias en el proyecto.

El contratista tiene la obligación de presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que va a utilizar, esta lista deberá de ser entregada antes de proceder al empleo de estos elementos.

En esta lista deberán de aparecer sus características técnicas, marcas, calidad y el motivo de su selección.

2.8. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

Si el director de la obra pide al contratista la presentación de muestras de los distintos materiales, aparatos o equipos, el contratista deberá de presentarlas con una suficiente antelación.

2.9. MATERIALES, APARATOS Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Si los materiales, aparatos y equipos no tuviesen las características técnicas o calidades descritas en el presente proyecto o se reconociera que no son aptas para su fin, el director de obra le ordenará al contratista que los sustituya por otros que satisfagan las necesidades para los que se les destina.

Si pasados 15 días después de que el contratista ha recibido la orden del director de obra, este no ha retirado los materiales, equipos o aparatos, podrá hacerlo el promotor en vez del contratista.

Si los materiales, equipos o aparatos resultan defectuosos, pero aceptables por el director de obra, se procederá a un descuento del precio que el contratista determine por esos elementos, a no ser que se dé el caso de que el contratista tenga la preferencia de sustituirlos por otros elementos.

2.10. PRUEBAS Y ENSAYOS

Los costes asociados a pruebas y ensayos de los diferentes elementos o materiales que intervengan en la fase de ejecución de la obra son costes a cuenta del promotor.

Toda prueba que no resulte grata, que no se realice por omisión del contratista o que las garantías que ofrece no son las suficientes, deberán de realizarse nuevamente siendo la totalidad de estas las que el director de obra considere oportunas.

2.11. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

El contratista tendrá la obligación de mantener en todo momento las obras y las inmediaciones de estas limpias, tanto de material sobrante como de escombros, así como deberá de proceder a retirar las instalaciones auxiliares que no sean necesarias y adoptar medidas para que la obra se encuentre en un adecuado aspecto de limpieza en todo momento.

2.12. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES EXPLICITAS

Todas aquellas obras que no presenten ningún tipo de prescripción explícita en este Pliego ni en el presente proyecto, el contratista deberá de obedecer a la Dirección Facultativa de las obras y en segundo lugar a la normativa y prácticas para una adecuada y buena construcción.

2.13. LIBRO DE ÓRDENES

El contratista deberá de tener en la oficina de obra el Libro de Ordenes, en dicho libro se anotarán todas las ordenes que el director de obra de durante la ejecución de las obras.

Las ordenes que figuran en dicho libro poseen el mismo nivel de cumplimiento que las ordenes que aparecen en el presente Pliego de Condiciones.

2.14. OBRAS Y VICIOS OCULTOS

El contratista se trata del único responsable de los posibles vicios ocultos y defectos de la construcción durante el periodo de la realización de la obra y el periodo de garantía hasta los plazos prescritos después de la finalización de las obras en la vigente Ley 38/1999 “Ley de la Ordenación de la Edificación”.

Si el director de obra poseyera razones para sospechar de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras realizadas ordenara siempre que se considere adecuada, antes de la recepción definitiva, los ensayos que considere oportunos para conocer los trabajos defectuosos.

El contratista, en función de lo anteriormente expresado, tendrá la obligación de demoler y reconstruir, a su cargo, las unidades de obra mal ejecutadas sin tener la posibilidad de eludir su responsabilidad por la consecuencia de que el director de obra lo haya podido examinar con anterioridad

3. DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La recepción de la obra se define como el acto en el que el contratista, una vez que se finaliza la obra, hace entrega de esta al promotor y es reconocida por el mismo. La recepción abarca fases completas o la totalidad de la obra.

La recepción de la obra deberá de entregarse en un acta firmada, como mínimo, por el promotor y el contratista, incluyéndose lo siguiente:

- Coste final de la ejecución de la obra.
- Partes que intervienen.
- Fecha de la terminación de la totalidad de la obra o de alguna de las fases completas de la mismas.
- Garantías exigidas por el promotor al contratista para asegurar sus responsabilidades.
- Declaración de la recepción de la obra especificando de manera subjetiva las reservas, en el caso de la existencia de las mismas, y el plazo en el que deberán de quedar reparados los defectos de las obras que han sido observados. Una

vez reparados los defectos, se constará un acta aparte suscrita por los firmantes de la recepción.

Además, en la recepción de la obra se adjuntará el certificado final de las obras firmado por el director de la ejecución de la obra y el director de obra.

El promotor tiene el derecho de rechazar la recepción de a obra si considera que dicha obra no se adecua a las condiciones contractuales o considera que no esta terminada. Este rechazo deberá de realizarse por escrito en el acta, donde se fijará el nuevo plazo preestablecido para efectuar de nuevo la recepción de las obras.

La recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación. La recepción se entenderá tácitamente producida si una vez transcurridos treinta días desde la fecha impuesta por el promotor, el contratista no hubiera impuesto reservas o rechazo por escrito.

Los plazos de responsabilidad y garantía serán impuestos por lo establecido en la Ley 38/199 “Ley de Ordenación de la Edificación” siendo iniciados una vez que suscriba el acta de recepción o cuando se entienda que este tácitamente producida.

3.2. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Treinta días antes de la finalización de las obras, el director de ejecución de la obra deberá de comunicar al promotor si se quiere convenir el acto de la Recepción provisional.

Esta Recepción se realizará con la presencia del promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra. Además, los técnicos que hayan intervenido en la dirección de la obra también serán convocados.

Una vez realizado un detenido reconocimiento, se extenderá un ejemplar del acta de recepción provisional a cada uno de los intervinientes en dicha acta firmada por todos ellos.

Desde la fecha de la recepción provisional empezara a correr el plazo de garantía, en el caso de que as obras fueran admitidas por el promotor, una vez realiza la recepción provisional, los Técnicos de la Dirección realizaran el Certificado Final de Obra.

Si las obras no se encuentran en estado de ser recibidas, se deberá de constar en dicha acta dando al contratista las instrucciones oportunas para eliminar los defectos que se han observado y fijando un plazo para eliminar dichos defectos. Una vez vendido ese plazo se realizará una nueva inspección de las obras.

Si en este caso el contratista no ha eliminado esos defectos el contrato quedará resuelto con la perdida de la fianza.

3.3. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El director de ejecución de la obra, con ayuda del contratista y los posibles técnicos que hubieran intervenido en la realización de la obra, redactara el documento final de la obra para ser entregado al promotor.

El documento final deberá de contener el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio, así como las especificaciones y contenidos impuestos en la legislación vigente.

3.4. MEDICIÓN Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Una vez que las obras se han recibido de manera provisional, el director de ejecución de la obra deberá de realizar la medición definitiva de las obras. El director de obra deberá de aprobar dicha medición con su firma.

Dicha medición servirá para que el promotor abone el saldo resultante menos la cantidad dada como concepto de fianza.

3.5. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía deberá de ser como mínimo de un tiempo de seis meses. Dicho plazo deberá de quedar estipulado en el contrato privado.

3.6. RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva de las obras se realizará una vez que el periodo de garantía se haya terminado. Una vez terminado el plazo de garantía el contratista perderá la obligación de reparar todos los desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, de manera que quedaran únicamente inmutables las responsabilidades derivadas de los posibles vicios de construcción.

3.7. RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HA SIDO RESCINDIDA

Si se produce la resolución del contrato, el contratista tendrá la obligación, en el periodo fijando de retirar toda la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, así como resolver todos los subcontratos que tuviese concertados y dejar la obra en perfectas condiciones para que esta pueda ser reanudada por otra empresa sin ningún tipo de impedimentos.

Para las obras y trabajos que no han sido determinadas en el presente proyecto, pero son aceptables por el director de obra, únicamente se efectuará una sola recepción.

Así mismo, los trabajos y obras que hayan sido terminados por completo se recibirán provisionalmente como se han indicado con anterioridad y la vez terminado el plazo de garantía fijado se recibirán definitivamente como anteriormente se ha citado.

3.8. LIQUIDACIÓN FINAL

Una vez terminadas las obras, se procede a realizar la liquidación previamente fijada, esta liquidación incluye el importe de todas las unidades de obra que se han ejecutado y aquellas que se tratan de alguna modificación del proyecto, siempre que hayan sido aprobadas por la Dirección Facultativa de la obra.

EL contratista no tendrá ningún tipo de derecho a realizar reclamaciones por aumentos de obra que no encontrasen autorizados por escrito en la Entidad propietaria con el visto bueno del director de obra.

3.9. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En caso de que se produzca rescisión, la liquidación se llevara a cabo mediante un contrato de carácter liquidatorio, el cual se redactara por ambas partes implicadas. Este contrato contendrá las unidades de obra ejecutadas hasta el momento de la rescisión.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

1. CLAUSULAS GENERALES

1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se define las condiciones que han de regir durante la ejecución y la explotación de las obras definidas en el presente proyecto, tanto para la obra civil, las instalaciones eléctricas, instalación hidráulica y los equipos existentes en la planta de producción de biogás.

2. OBRA CIVIL

2.1. ÁRIDOS PARA HORMIGONES

Los áridos para morteros y hormigones deberán cumplir las condiciones especificadas en la EHE Instrucción de Hormigón Estructural de la vigente en la fecha de ejecución de las obras.

Los áridos Han de ser suficientemente consistentes, resistirán los agentes atmosféricos sin quebrantarse o descomponerse. Por lo tanto, no deben emplearse áridos, tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc, ni los que contengan nódulos de pirita, de yeso, compuestos ferrosos, arcilla, polvo, mica, materia orgánica u otras impurezas.

Se define por "arena" o "árido fino" el árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de malla de cinco (5) milímetros de luz (tamiz UNE-7.050); por "grava" o "árido grueso", el que resulta retenido por dicho tamiz, y por árido total, aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena o grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

La humedad superficial de la arena deberá permanecer constante, por lo menos en cada jornada de trabajo, debiendo tomar el Contratista las disposiciones necesarias para conseguirlo; así como los medios para poder determinar en obra su valor, de un modo rápido y eficiente.

El tamaño máximo del árido grueso no debe exceder a un cuarto (1/4) de la dimensión mínima de la estructura hormigonada ni a los cinco sextos (5/6) de la distancia libre horizontal entre las barras de la armadura. Estos podrán proceder de depósitos o graveras naturales o canteras.

El contratista presentará al director de obra para su aprobación expresa relación de las canteras y depósitos naturales que piensa utilizar, asimismo deberá someter a la aprobación del Ingeniero Director un proyecto de la instalación de extracción, trituración y clasificación de áridos a instalar, si esto fuera necesario.

2.2. AGUA

El agua que se emplee en el amasado de morteros y hormigones y, en general, en todos los aglomerantes, deberá reunir las condiciones que prescribe la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE, pudiéndose utilizar todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables.

2.3. CEMENTOS

Son conglomerantes que, amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en esas condiciones, el cemento será Portland artificial y cumplirá las prescripciones vigentes en Normas e Instrucciones.

Se usarán cementos de los tipos P-350 ó P-450 siempre que no haya peligro de ataque por aguas que contengan sulfato cálcico o magnésico, u otros elementos agresivos para los mismos.

En caso contrario, previa autorización, por la Dirección Facultativa de la obra, se utilizarán cementos especiales, de las características que ésta señale, a determinar en ensayos.

2.4. ADITIVOS

El director de obra podrá autorizar o no, el empleo de cualquier tipo de aditivo para el hormigón, en las condiciones y dosificaciones que estime oportunas, además de cumplir lo especificado al respecto en la EHE Instrucción de Hormigón Estructural; entre estos podemos señalar los aireantes, plastificantes, colorantes, anticongelantes, aceleradores y retardadores de fraguado.

2.5. HORMIGONES

Se definen hormigón al producto formado por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia; debiendo cumplir las condiciones especificadas en la EHE Instrucción de Hormigón Estructural.

Para las determinaciones correspondientes de las mezclas de cada tipo de hormigón se harán los necesarios ensayos con la antelación suficiente al hormigonado. Las proporciones exactas de todos los materiales, incluidos los agentes de adición se determinarán sobre la base de estos ensayos y según indique el director de obra. Los distintos tipos de hormigón se definen por su resistencia característica.

La dosificación de los distintos materiales del hormigón, según el tipo de ambiente considerado, en el artículo 37.3.2. de la EHE Instrucción de Hormigón Estructural. los siguientes límites:

Tabla 1. Dosificación de los distintos tipos de hormigón
Fuente EHE instrucción de hormigón estructural

Hormigón	Dosificación mínima (kg de cemento)
HA-30/II _a +Q _b	325
HA-25/II _b .	300
HA-30/IV	300
HM-20/IIa	-

Se entiende por resistencia característica, la media aritmética de las resistencias obtenidas en el ensayo de no menos de tres (3) probetas cilíndricas, de quince (15) centímetros de diámetro, obtenidas del hormigón de la obra conservadas según el método UNE-EN 12390-1:01 y UNE-EN 12390-2:01, refrentadas según UNE-EN 12390-3:03 y rotas por compresión según UNE 12390-3:03.

En el ensayo del cono de Abrams no se admitirán, en principio, descensos inferiores a dos (2) centímetros. Para cada caso, el Ingeniero Director fijará la proporción agua-cemento, a la vista de sucesivos ensayos anteriormente citados.

A los efectos de lo previsto en los párrafos anteriores, las resistencias características que se exigirán para cada tipo de hormigón son las que figuran a continuación:

Tabla 2. Resistencias características de cada tipo de hormigón
Fuente EHE instrucción de hormigón estructural

Hormigón	Resistencia característica (N/mm ²)
HA-25	25
HA-30	30

2.6. ACEROS EN REDONDOS

Se define como acero en redondos para armar, el producto siderúrgico de tal nombre, dispuesto en barras cuya finalidad es la de soportar los esfuerzos de tracción de las piezas de hormigón armado y participar junto con el hormigón en los demás esfuerzos. Se emplearán aceros B400S y B500S, que cumplirán con la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Las características de las barras de acero para armar se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas de ensayos indicados en dicha Instrucción y tantas veces como estime pertinente el director de la obra.

2.7. ACERO ESTRUCTURAL

Los perfiles laminados de las vigas de celosía se utilizará acero laminado en caliente S275 JR, de 410 N/mm² de carga de rotura y 275 N/mm² de límite elástico.

Todo perfil laminado llevará las siglas de la fábrica, marcadas a intervalos, en relieve producido con los rodillos de laminación. Los demás productos irán marcados con las siglas de la fábrica mediante procedimiento elegido por el fabricante.

Los productos de acero laminado se atenderán a lo estipulado en las normas UNEEN 10021 y a la DB SE-A "Seguridad Estructural: Acero".

Los certificados serán del tipo 3.1.c según EN 10204.

2.8. ELECTRODOS

Los electrodos para las uniones soldadas serán de resistencia a tracción del metal depositado, mayor de 4.4 N/mm², alargamiento en rotura mayor del 22% y resiliencia mayor de 0.7 N/mm². Los electrodos serán de gran penetración tipo estructural "básico" para las uniones de taller y tipo estructural "Rutilo" para las uniones de obra.

La clasificación comercial deberá cumplir los requisitos de la Norma UNE-EN ISO 2560.

Las formas y tamaño de los electrodos se regirán por la Norma UNE-EN 1597-1.

2.9. PINTURA

Antes de proceder al pintado se eliminará cualquier rastro de suciedad, óxido, etc. de tal forma que queden totalmente limpias y secas.

El pintado no se ejecutará al aire libre en tiempo de heladas, nieve o lluvia, ni cuando debido al grado de humedad se prevean condensaciones.

Entre la limpieza y la aplicación de la capa de imprimación debe transcurrir el menor tiempo posible, y nunca más de ocho horas. Entre la aplicación de la imprimación y la pintura o entre diferentes capas de pintura, deberán transcurrir un mínimo de 36 horas.

Las superficies que hayan de quedar en contacto con la estructura, con los tornillos o hayan de soldarse, no se pintarán nunca antes de ejecutar la unión, y siempre se imprimirán y pintarán una vez ejecutada ésta.

Se pintarán los elementos estructurales para la resistencia al fuego superior a R30, para ellos se realizará dos capas de acabado de pintura intumescente según UNE 23820 93, de espesor función de las características de la pintura y de la resistencia al fuego requerida

2.10. INSERTOS METÁLICOS EN EL HORMIGÓN

Cuando en el hormigón se dejen embebidos elementos metálicos (placas, angulares o perfiles en general), se emplearán elementos de acero estructural S275JR, de 410MPa de carga de rotura y 275MPa de límite elástico.

Para la recepción del material, se requerirá el Certificado de Garantía del Fabricante siendo las tolerancias dimensionales de los productos serán menor o igual a la especificada en el Código Técnico de la Edificación.

Los certificados serán del tipo 3.1.c según EN 10204.

2.11. HIERRO FUNDIDO

El hierro fundido para tubos y otras piezas normales o de serie, será de segunda fusión, de superior calidad y habrá de presentar en su fractura, un grano gris, fino homogéneo, sin grietas, dobladuras, veteaduras en su textura, ni falta de ninguna especie que pueda

alterar la presencia o buena forma de las piezas, rechazándose desde luego las que las presenten.

Las piezas quebradizas bien moldeadas y las superficies de contacto de las piezas que hubieran de unirse invariablemente unas sobre otras, se cepillarán o tornearán a máquina, de modo que las uniones se hagan perfectamente en el primer caso y, en el segundo puedan moverse las piezas con facilidad. El director de obra se reserva el derecho de practicar toda clase de pruebas para convencerse de la buena calidad y de su resistencia.

2.12. FUNDICIÓN

La fundición para bastidores, tapas, piezas especiales de la tubería, etc. será de segunda fusión, trabajable con lima y cincel, dando corte limpio y poco quebradizo a la percusión.

La fundición será compactada y no presentará grietas, oquedades, pelos ni defecto alguno, siendo rechazada toda pieza que presente sopladuras, escorias y gotas frías, así como las que tengan defectos corregidos con plomo, mastik y otras sustancias.

2.13. TUBERÍAS DE POLIETILENO Y ACERO

Las tuberías de polietileno y acero de los diámetros y timbrajes indicados en planos tanto ellas como los elementos necesarios para su montaje, serán adquiridas de fabricantes de absoluta solvencia y garantía y entre las de mejor calidad del mercado.

Todas las tuberías llevarán, como mínimo, las marcas distintivas siguientes, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente: Marca de fábrica, Diámetro nominal, Presión normalizada en Kg/cm³., sello de calidad y marca de identificación, que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.

- Tuberías de polietileno de alta densidad.

El polietileno para la fabricación de estas tuberías se obtendrá por polimerización del etileno definido en la Norma UNE-53.133, por tener el polietileno de las mismas, una densidad superior a 0,94 gr/cm³.

Para la protección contra el envejecimiento, se adiciona en fábrica negro de humo (del 2 al 3%) en partículas muy finas y perfectamente disperso en la masa y material antioxidante (menos del 0,3%).

Todas las tuberías de polietileno de alta densidad de la instalación van a presentar un diámetro de 50 mm y 63mm, siendo el timbraje de las mismas 10 Kgs/cm², las uniones entre los tramos de tubería se realizarán mediante accesorios inyectados.

- Tuberías de acero.

El acero a emplear se trata de acero inoxidable AISI 316. Los tubos estarán fabricados con soldadura, su clasificación y normalización están indicados en las Normas DIN 1.629 Y 2.448.

2.14. PIEZAS ESPECIALES

Las piezas especiales, tales como "T", codos, manguitos, etc., cumplirán las condiciones exigidas a los tubos de su clase más la inherente a la forma especial de las piezas.

2.15. TUBOS PARA CONDUCTOS DE MONITORIZACIÓN

Los tubos para conductos eléctricos serán de resinas sintéticas de polivinilo; de sección circular con, cumpliendo las prescripciones del R.E.B.T

2.16. LAMINA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE POLIETILENO

Se dispondrán de una lámina de Policloruro de vinilo de 0,8 mm de espesor en la solera del digestor anaerobio. Esta lamina deberá de cumplir las características y especificaciones de la norma UNE-EN 149093 en vigor.

Estas láminas deberán tener la superficie uniforme y estar libre de defectos que afecten a sus características mecánicas y/o estructurales, tales como arrugas, burbujas, grietas o similares.

Las láminas deben ser estancas al agua y poder soldarse de forma homogénea por ambas caras por los procedimientos habituales, tales como aire caliente, cuña caliente u otras formas de fusión, o bien, por aporte del mismo material en caliente.

2.17. CUBIERTA DEL DIGESTOR ANAEROBIO

La cubierta del digestor anaerobio estará formada por una doble membrana de EPDM de un espesor de 1,2 mm de espesor. Las membranas deberán de cumplir las características y especificaciones de la norma UNE-EN 149093.

Estas membranas se fabrican en paños grandes de 60 x 15 m siendo el sellado de las juntas de estas membranas por calor, se debe de tener especial cuidado a la hora de soldar dichas juntas para que se asegure un adecuado trabajo de soldadura y permitir las pruebas que sean necesarias.

La instalación de estas membranas se trata de una instalación crítica por lo que se necesitara la presencia de instaladores de probada experiencia siendo el instalador el responsable de la distribución de los paños, soldadura, parchado, pruebas y reparaciones, así como el resto de la totalidad de las instalaciones que emerite la instalación de las membranas.

2.18. AISLAMIENTOS

Los aislamientos a emplear deben de tener una adecuado control, recepción y ensayos oportunos y deben cumplir las a características y especificaciones de la norma UNE92325 vigente. Y los indicado en la norma NBE-CT/79.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se realizará en la forma prevista en el presente proyecto.

2.19. ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras, así como resistencia de hormigones, etc., reúnen las condiciones fijadas en el presente Pliego, se verificarán por el director de las obras, o bien, si éste lo considera conveniente, por un Laboratorio homologado, próximo al punto de ubicación de la obra.

3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1. REPLANTEO

Acordada y notificada por la Junta de Castilla y León la adjudicación de las obras al contratista se procederá a la comprobación del replanteo general de las mismas, sin perjuicio de los parciales que la ejecución pueda exigir, los que serán efectuados a medida que sean necesarios; siendo por cuenta del contratista, todos los gastos que se originen en los replanteos.

3.2. DESBROCE DEL TERRENO

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes existentes.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm. de diámetro serán eliminadas hasta una profundidad no inferior a 50 cm, por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm. por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

3.3. EXCAVACIONES (ZANJAS Y CIMENTACIÓN)

Las excavaciones para emplazamientos y cimientos de la obra se ejecutarán ajustándose a las dimensiones y perfilado que figura en Proyecto, o que indique el director de la obra, no siendo de abono los desprendimientos que se produzcan.

No se procederá al relleno de zanjas o excavaciones, sin previo reconocimiento de las mismas, y autorización del director de la obra.

Si a la vista del terreno de cimientos, resultase la necesidad de variar el sistema de cimentación propuesto, el director de la obra formulará los proyectos oportunos, ateniéndose el contratista a las instrucciones que reciba de aquel, para la prosecución de las obras.

El perfilado de las excavaciones para emplazamiento, se ejecutará con toda exactitud, admitiéndose suplementar los excesos de excavación, los cuales lo deberán ser con hormigón de débil dosificación de cemento, pero siempre, a consta del contratista.

Las zanjas para emplazamiento de redes tendrán el ancho en la base, profundidad y taludes, que figuren en Proyecto o que indique el director de la obra. Su fondo se nivelará para que la obra apoye en toda su longitud.

La ejecución de estas zanjas, se ajustarán a las siguientes normas:

- Se marcará sobre el terreno, su situación y límites, que no deberán exceder de los que han servido de base a la formación del Proyecto y que serán los que han de servir de base al abono del arranque y reposición del pavimento.
- Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un (1) metro del borde de las zanjas, y a un solo lado de éstas sin forma cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general y para entrada a las viviendas contiguas, todo lo cual, se hará utilizando pasaderas rígidas sobre las zanjas.

Siempre que lo ordene el Director de las Obra y si fuese necesario transportar las tierras procedentes de las excavaciones, será realizada esta operación por el contratista, sin derecho a indemnización de ninguna clase, ya que el importe de dicho movimiento, se supone incluido en el precio del metro cúbico de excavación.

- Se tomarán las precauciones precisas para evitar que las aguas, inunden las zanjas abiertas.

Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios.

- Los agotamientos que sean necesarios se harán reuniendo las aguas en pocillos contruidos fuera de la línea de alcantarilla y cuando éstos sean de tal importancia que requieran el empleo de maquinaria, los gastos que se originen serán de cuenta del contratista.
- Alcanzada la profundidad prevista y regularizado el fondo hasta obtener la rasante, se efectuará reconocimiento por el director de la obra. Si éste estima necesaria aumentar la cota de excavación para establecer cimientos suplementarios no previstos, el contratista no tendrá derecho a nuevo precio para tal excavación, la que ejecutará, al mismo precio que la anterior.
- Cuando la profundidad de las zanjas sea superior a 1,30 m, o en los casos en los que la dirección de Obra considere oportuno, se deberán colocar en las excavaciones las entibaciones necesarias para la contención de las paredes, aplicándose las secciones tipo del Proyecto.
- Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas, el contratista fijará las oportunas medidas de precaución y señales de peligro, especialmente por la noche, siendo el único responsable de cuantos accidentes pudieran ocurrir.

3.4. VERTEDEROS

Todos los materiales sobrantes, deberán ser conducidos a los lugares que indique el director de la obra, a distancia máxima de diez (10) kilómetros, contados desde el emplazamiento de las obras.

3.5. COMPACTACIÓN

Los equipos empleados para la compactación serán los que el director de obra considere oportunos siempre que con ellos se logre una compactación adecuada.

3.6. RELLENO DE ZANJAS

Una vez tendida la tubería y efectuadas las pruebas que por el director de la obra se estimen precisas, se procederá al relleno de las mismas, la cual se efectuará apisonando primeramente las tierras que vayan a los costados de la tubería, hasta que enrasen con ésta, procurando que no queda aquella, en ninguno de sus puntos, en hueco, si con anterioridad al tendido no se ha tenido la precaución de hacer a cada uno de los tubos, cama de asiento. Una vez enrasada la tierra de los costados de la tubería con ésta, se rellenará por tongadas de quince (15) centímetros, que deberán ser regadas, y con veinticuatro (24) horas de posterioridad, en tiempo seco, apisonadas insistentemente sin golpes fuertes, con pisones de madera, de espesor no superior a diez (10) centímetros. En general, se seguirá todo lo dicho para terraplenes, especialmente en lo que respecta a la densidad mínima exigida. Se exigirá una densidad mínima de compactación, del noventa y cinco por ciento (95%) de la Proctor modificado

3.7. TRANSPORTE Y MANEJO DE LOS TUBOS

En el transporte, carga y descarga de los tubos; en su descenso al fondo de las zanjás y en general, cuando por cualquier causa sea preciso manejarlos, se cuidará de que no choquen entre sí, o sufran golpes ocasionados por otros cuerpos, tales como piedras, fábricas, piezas metálicas pesadas, etc.

Antes de proceder al asiendo, se reconocerán de nuevo, cuidando de evitar el olvido de cuerpos extraños en su interior, cuyo arrastre, podría ocasionar la rotura de alguna llave o pieza de la red.

3.8. COLOCACIÓN DE LAS TUBERÍAS ENTERRADAS

Una vez que la zanja por donde van a ir enterradas las tuberías y repasado y preparado convenientemente su fondo, se descenderán cuidadosamente sobre el mismo, los tubos que previamente se habrán distribuido a lo largo de aquella, después de eliminar los defectuosos.

Una vez que los tubos se encuentran en el fondo, se levantarán por uno de sus extremos, para desalojar las arenas, tierra o piedra que pudiera haber entrado en el interior de las mismas, una vez realizada esta operación se procederá a su montura, cuidando siempre de que los extremos machos se dirijan aguas abajo, y siendo posible, se comenzará el montaje por un registro, sobre cuyo fondo de hormigón, se colocará la parte macho del primer tubo y uniéndolo con él, de una manera sucesiva, los siguientes de la conducción. Los tubos deben de ir perfectamente asentados sobre los costados laterales, para ello se empleará arena comprimida en los costados laterales de los

mismos. El empalme de los tubos deberá hacerse mediante la junta elástica, en las tuberías de enchufe y campana.

Antes de empalmar más tubos, se cuidará de que si presenta alguna imperfección quede ésta por la parte superior y de que cada trozo de alcantarilla quede recto, tanto horizontal como verticalmente.

También conviene, antes de realizar los empalmes, cerciorarse de si la pendiente resultante para tubos es la procedente, empleando para este fin, un nivel y una regla, en uno de cuyos extremos se haya colocado un taco corrector de la diferencia del nivel que en cada caso debe existir entre los extremos de la regla.

3.9. OBRAS DE HORMIGÓN

En la ejecución de las obras de hormigón, el contratista deberá de cumplir todo lo dispuesto en los artículos 11 y 12 de la vigente Instrucción para la Ejecución de Obras de Hormigón, y a las órdenes concretas que, para la debida aplicación de dichos artículos, dicte en cada caso, el director de la obra.

Las gravas y arenas para la fabricación de los hormigones estarán en un todo, de acuerdo con lo dispuesto en el presente Pliego, y en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE); realizándose la dosificación del hormigón, se hará de acuerdo con dicha norma.

El agua se dosificará, de forma que la consistencia sea la adecuada para permitir una perfecta puesta en obra, mediante vibrado, aconsejándose la consistencia seca o plástica, como las más convenientes y adoptándose una u otra, en función de la obra a realizar y el criterio del Director de Obra. En cualquier caso, se prohíbe la consistencia fluida, realizándose los ensayos que sean necesarios para su control, según cualquiera de los procedimientos descritos en la norma UNE-EN 12350:06.

Para el perfecto control de las resistencias del hormigón, se realizarán, a juicio del director de obra, los ensayos que crea pertinentes, a cuyo efecto, se fabricarán y conservarán las probetas necesarias con arreglo a lo indicado en la norma 12390:03.

Si al hacer el ensayo de resistencia de hormigones, no diesen el índice señalado anteriormente, serán demolidas las obras correspondientes, y rehechas a costa del contratista, sin derecho a reclamación de ninguna especie por parte del mismo.

En la fabricación, transporte y puesta en obra se seguirán las prescripciones que, para este tipo de obras, quedan reseñados en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

La adición al hormigón de otros productos estará sujeta al juicio del director de la obra, si bien nunca se superarán los límites prescritos para la Instrucción antes citada.

La vibración de los hormigones será preceptiva, de forma que la consolidación obtenida en obra, sea igual o superior a la de las probetas de ensayo. Se emplearán preferiblemente, vibradores de aguja, los cuales se sumergirán profundamente en la masa y se retirarán lentamente.

Una vez construido, el hormigón se mantendrá húmedo, con riegos de agua u otro sistema, siguiendo en esto, las órdenes que el director de la obra dicte para cada caso.

Se suspenderá la fabricación de hormigón, cuando la temperatura baje hasta cinco (5) grados centígrados sobre cero, y sea de esperar que se mantenga o descienda más todavía; si fuera urgente el hormigonado para terminar una pieza, o para hacer una unión de piezas sin dejar entre ellas hormigones de edad diferente, se aumentarán en una quinta parte, la proporción de cemento y se amasará el conglomerado con agua calentada a cuarenta (40) grados; igualmente, después de vibrado, se abrigará el hormigón con sacos, que se regarán con agua a dicha temperatura cada tres (3) horas y durante dos días.

3.10. ENCOFRADOS

Los encofrados, podrán ser de madera, metálicos o mixtos, pero siempre deberán ofrecer rigidez suficiente para soportar, sin deformación apreciable, el peso de la parte de obra, que subsiguientemente, ha de gravitar encima.

El enlace de los distintos elementos o paños de los encofrados, serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje, se verifiquen con facilidad, sin requerir golpes ni tirones, que no se permitirán.

Las caras del encofrado estarán bien lavadas y las piezas que las formen, tendrán espesores suficientes, estando las juntas dispuestas, de modo que la hinchazón de la madera no produzca deformaciones sensibles.

Los encofrados ya usados y que han de servir para utilizarlos otra vez, serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

3.11. HORMIGONADO

El hormigón se verterá en los encofrados, una vez perfectamente limpios y humedecidos, por pequeñas cantidades proporcionadas a la sección del elemento a hormigonar, y se vibrará con el mayor esmero, de suerte que su efecto se haga sentir perfectamente en todos los puntos de la masa, y muy especialmente, en las zonas contiguas a las armaduras.

En las caras horizontales, en las que el hormigón no queda protegido por el encofrado, será recubierto al terminar el vibrado, con sacos húmedos, sobre los que se extenderá una capa de arena, que se mantendrá húmeda.

El hormigonado de los muros se hará por tongadas horizontales. Al interrumpir el hormigonado, se dejará la superficie terminal lo más irregular posible y se resguardará de los agentes atmosféricos, cubriéndola con sacos húmedos.

Al reanudar el trabajo, si todavía no hay principio de fraguado, se cubrirá la superficie, con una capa delgada de mortero formado por partes iguales de cemento y arena fina, con la cantidad de agua necesaria para dar a la mezcla la resistencia fluida, e

inmediatamente se proseguirá el hormigonado, vibrando con especial esmero y por pequeñas porciones. Si la superficie del hormigón está ya fraguada, aunque sea incipiente, se empezará por picarla, frotándola con cepillo de alambre, se humedecerá con abundancia, y se recubrirá con el mortero rico, procediendo como queda dicho.

Las precauciones a tomar, en las que el hormigón no queda protegido por los moldes, así como las relativas al desmolde, serán las mismas que anteriormente se han fijado.

3.12. ARMADURAS

Las barras de armaduras se ajustarán en forma y dimensiones, a lo indicado en los documentos de este proyecto. Las barras, se curvarán en frío y sobre patrones sólidos y exactos.

Las armaduras, se limpiarán cuidadosamente, hasta dejarlas libres de grasa, herrumbre, fango o arcilla.

Se presentarán dentro de los moldes, sujetándolas unas con otras, hasta dejarlas bien aseguradas en la posición relativa que les corresponda.

Los alambres o soldaduras necesarias para efectuar estas sujeciones se considerarán incluidos en el precio del Kg. de acero.

3.13. ESTRUCTURA METÁLICA

- Preparación.

Todos los perfiles laminados estarán limpios y rectos, eliminándose las rebabas de laminación. Si fuese preciso enderezar o aplanar alguna pieza se realizará mediante procedimientos que no perjudiquen las características del material, con la prensa o la máquina de rodillos. Cuando, excepcionalmente, se utilicen la maza o el martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar el excesivo endurecimiento del material.

Tanto las operaciones anteriores como las de conformación de los perfiles, se realizarán en frío. En caso de hacerse en caliente, se llevarán siempre a cabo a la temperatura del rojo cereza claro ($\approx 950^{\circ}\text{C}$). Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del metal ni introducir tensiones parásitas durante el proceso de calentamiento y enfriamiento.

Antes de proceder al trazado se comprobará que los perfiles tienen la forma exacta deseada y que están exentos de torceduras. El trazado se realizará respetando las cotas de los planos de taller con las tolerancias máximas permitidas. En todas las soldaduras a tope, deberá sanearse el cordón de raíz. Cuando no sea posible, por inaccesibilidad, se tomarán las medidas oportunas para conseguir un depósito de metal sano en todo el espesor de la costura.

Se realizará en taller la preparación de todas las uniones que hayan de efectuarse en obra.

Las superficies vistas de las soldaduras presentarán siempre una terminación regular, acusando una perfecta regulación de la corriente empleada, sin poros, mordeduras, oquedades o rastros de escoria.

- Montaje.

En el montaje se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el fin de que la estructura se adopte a la forma prevista en el proyecto, debiéndose comprobar, cuantas veces sea preciso, la exacta colocación relativa de las diferentes partes.

La estructura se levantará con exactitud y aplomada, introduciendo arriostramientos provisionales en todos aquellos puntos en que resulte necesario para soportar todas las cargas a que pueda hallarse sometida, incluyendo las correspondientes al equipo y funcionamiento del mismo. Estos arriostramientos permanecerán colocados mientras sean necesarios por razones de seguridad. Según vaya avanzando la obra se asegurará la estructura por medio de pernos o soldadura, para absorber todas las cargas y sobrecargas debidas al montaje.

Siempre que durante el montaje haya que soportar cargas procedentes de acopios de material, equipo de montaje u otro tipo, se tomarán las medidas oportunas para absorber los esfuerzos originados por ellos.

No se procederá a la ejecución de las soldaduras hasta que toda la estructura que deba rigidizarse por este procedimiento, esté bien alineada.

Los arriostramientos provisionales que por razones de montaje sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán con soplete, nunca a golpes.

La Dirección Facultativa de la Obra y la Empresa de Control de Calidad que se contrate, tendrán la facultad de inspeccionar tanto en obra como en los talleres de fabricación, cualquier fase de la ejecución de la estructura.

La Dirección Facultativa encargará las radiografías que estime oportunas, y en los casos en que éstas no garanticen la buena calidad de las soldaduras podrán utilizar líquidos penetrantes u otros medios. Las soldaduras admisibles tendrán calidad 1 o 2 y excepcionalmente 3, previa conformidad de la Dirección Facultativa.

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad de los trabajos, estando obligado a adoptar y cumplir las condiciones vigentes sobre la materia y las Normas de seguridad que corresponden a las características de la obra.

3.14. SOLDADURAS

Las soldaduras serán continuas en toda la longitud de la unión, con penetración completa, debiéndose sanear la raíz antes de depositar el cordón de cierre.

El depósito de los cordones se efectuará, siempre que sea posible, en posición horizontal, y en taller. Las soldaduras a realizar en obra deben reducirse al mínimo indispensable.

Después de realizado un cordón y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambre, eliminando todo resto de escoria.

Se prohíbe todo enfriamiento anormal o excesivamente rápido de las soldaduras por lo que es preceptivo tomar las precauciones necesarias para evitarlo.

Se adjuntan detalles con indicación del espesor de la garganta de soldadura "a". En los cordones en los que no se indica el espesor de garganta, se deberá dar un espesor igual al 0,5 del de la pieza más delgada y en ningún caso menor de 2,5mm.

3.15. CONDICIONES A CUMPLIR LOS SOLDADORES Y SUS EQUIPOS

- Los soldadores estarán homologados en el momento de realizar sus trabajos por la Empresa o entidad elegida por la Dirección Facultativa.
- El Contratista deberá comprobar y garantizar esta circunstancia, entregando a la Dirección Facultativa de obra los Certificados que extienda la propia empresa homologante.
- Cada soldador, a efectos de identificación de su trabajo personal, tendrá un cuño especial que permita la identificación, debiéndose distinguir las soldaduras hechas en taller de las de la obra.
- El Contratista dispondrá en obra de estufas de secado para los electrodos, de forma que éstos estén siempre en condiciones. Solo se podrá soldar cuando las condiciones climatológicas lo permitan.

3.16. PINTURA

Antes de aplicar cualquier clase de pintura en las estructuras, deberá procurarse que todas las superficies estén perfectamente secas, libres de aceites ó grasas y limpias a fondo de oxidación, suciedad e incrustaciones de materiales extraños. La limpieza se llevará a efectos mediante rascado manual. Entre la limpieza y la primera capa de protección debe transcurrir el menor tiempo posible.

Además de los expuesto con anterioridad, se deberán de tomar las siguientes precauciones:

- Se eliminarán con disolventes apropiados (INTA 16-23-12) todas las eventuales manchas de grasa o aceite, antes de proceder a la limpieza manual o mecánica.

- No se procederá a ningún tipo de preparación de superficies cuando la humedad relativa del aire sea superior al 85%.
- El aire comprimido para el chorro de arena será limpio y, un filtro adecuado, garantizará la ausencia de grasa y aceite.
- La rugosidad que se conseguirá con el chorro de arena oscilará entre 30 y 40 micras.

Las superficies que vayan a soldarse, así como las adyacentes a ellas en una anchura mínima de 50 mm medidos desde el borde del cordón, no se imprimirán ni recibirán ningún tipo de protección hasta que se haya realizado la soldadura.

3.17. CAMINO DE ACCESO Y ÁREA DE LA PLANTA

De acuerdo con lo indicado en los planos, se procederá a una explanación previa del terreno y, posteriormente, a la extensión, nivelación y compactación de las zahorras.

La compactación a conseguir en las capas de zahorra será la necesaria para conseguir una densidad seca no inferior al noventa y ocho (98) por ciento de la máxima del ensayo Próctor Modificado.

El Contratista, propondrá, con la suficiente antelación, los equipos que vaya a utilizar para la fabricación, extendido y compactación de la mezcla, detallándose los tipos, normas y características esenciales de esos equipos.

Las extendedoras estarán equipadas con dispositivos automáticos de nivelación.

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

4.1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de la obra, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se elaborarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y desempeñando estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa de la obra, no pudiendo, por tanto,

servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada realización ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52, con cables de tensiones asignadas de 0.6/1 kV.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a muros y demás paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas de 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

4.4. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Los cables utilizados tendrán una tensión asignada de 0.6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta.

Los cables podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

4.5. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, muro, se disponen de empalmes, estando estos protegidos de deterioros mecánicos, acciones químicas y efectos de la humedad.

4.6. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

4.7. CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de alta sensibilidad, según ITC-BT-24.

4.8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Como medida para la protección de las descargas eléctricas de la instalación eléctrica, es necesario poseer una línea de puesta a tierra que cumpla con la normativa vigente, lo detallado en el presente pliego, así como todo lo que se ha mencionado en el presente proyecto.

La puesta a tierra debe de poseer unas características de modo que no exista una tensión superior a 24 V en cualquier elemento metálico.

Todas las carcasas de elementos eléctricos, estructuras, cajas de combinación y cualquier otro elemento con potencial debe de disponer de su toma de tierra conectada a una red a tierra independiente de la puesta a tierra del Centro de Transformación.

La instalación de toma de tierra se hace en función de lo impuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.9. CONTROLES ELÉCTRICOS

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.10. LIMPIEZA

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.11. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Los cables y bandejas se medirán por unidad de longitud, metros, según si tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción. Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

5. EQUIPOS.

5.1. EQUIPAMIENTO GENERAL.

Todos los equipos necesarios para llevar a cabo la correcta realización del proyecto poseerán las condiciones técnicas descritas en el presente proyecto, el director de obra estará en todo su derecho de que mandar al fabricante de esos equipos la realización de pruebas que estime oportuna, si considera que no cumple con unas buenas condiciones de calidad o considera que no cumple alguna de las características técnicas definidas en el proyecto poseerá todo el derecho de ordenar al fabricante de los equipos ,o al contratista, la retirada de estos equipos y el recambio por unos que cumplen con las características y prestación adecuadas para el correcto funcionamiento de la planta.

Además, el director de obra tendrá la obligación de parar la instalación de los equipos cuando las condiciones ambientales sean desfavorables para dicha instalación.

El criterio de medición de todos los equipos será el impuesto en el documento nº4: PRESUPUESTO, siendo este el número de unidades previstas en el mismo y la documentación gráfica del proyecto.

5.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS.

Las condiciones que han de cumplirse antes de la instalación de los equipos son las siguientes:

- Se deberá comprobar que su situación se corresponde con la situación descrita en los planos y que la zona donde se vayan a instalar este totalmente terminada y acondicionada.
- El fabricante del equipo o el contratista, en función de si el equipo se compra a un fabricante particular o se encarga a un contratista, tendrán el derecho de coordinar a los instaladores tanto del propio equipo como a los instaladores de otros procesos los cuales puedan afectar a la instalación que se pretende realizar.
- El director de obra se debe cerciorar que los equipos que se instalen en el proyecto cumplen con la normativa específica que les atañe.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

1. BASE FUNDAMENTAL

1.1. BASE FUNDAMENTAL

El pliego de condiciones de índole económica establece de que el contratista debe percibir el importe total de los trabajos efectuadas siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Además, la totalidad de las personas que interceden en el proceso de construcción tienen derecho a obtener precisamente las cantidades percibidas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractuales establecidas.

2. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

2.1. GARANTÍAS

El Ingeniero Técnico Director podrá reclamar al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de certificar de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el justo cumplimiento del Contrato, dichas referencias, si le son pedidas, las mostrará al Contratista antes de la firma del Contrato.

2.2. FIANZAS

Para asegurarnos que el contratista cumplirá el contrato se le exigirá una fianza del 10% del presupuesto de las obras que le han sido adjudicadas.

2.3. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, la Dirección Facultativa, en nombre representación del Propietario, ordenará ejecutar a un tercero los trabajos, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuera de recibo.

2.4. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza que el contratista ha realizado le será devuelta una vez firmada el acta de recepción de la obra, en un plazo mínimo de 8 días y una vez que el contratista haya realizado la acreditación oportuna de que no hay ningún tipo de reclamación hacia su persona debida a daños y perjuicios.

3. PRECIOS Y REVISIONES

3.1. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si por un casual, ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se provendrá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El adjudicatario comunicará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe emplearse a la nueva unidad.
- La Dirección Facultativa estudiará el caso comunicado por el adjudicatario y decidirá qué criterio es más conveniente seguir.

Si el adjudicatario como la Dirección Facultativa estuvieran de acuerdo, la Dirección facultativa firmara e Acta de Avenencia de manera que cualquier pequeña diferencia/error fueran corregidas por simple exposición y convicción de unas de las dos partes, quedando de este modo formalizado y resuelto el problema del precio contradictorio.

Si por un contrario, la Dirección facultativa no está de acuerdo con el adjudicatario la Dirección Facultativa planteará a la propiedad que acoja la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser realizada por administración o por otro adjudicatario diferente.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente antes del comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que quiera fijarle la Dirección Facultativa y a cumplir la complacencia de éste.

3.2. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, previamente a la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación pertinente, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, exigir una subida de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve

de base para la realización de las obras.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Técnico Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no perturbarán el presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la analogía entre las cifras de dicho presupuesto, previamente a las correcciones y la cantidad ofrecida.

3.3. REVISIÓN DE PRECIOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados.

No obstante, y dada la inestabilidad de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite durante ellas, el estudio de los precios contratados, bien en alza o baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla al Promotor, en cuanto se origine cualquier cambio de precios, que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes acordarán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervengan el elemento cuyo precio en el mercado, o por causa justificada, detallándose la fecha a partir de la cual se usará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así resulte, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente avalados por el propietario.

Si el promotor o la Dirección Facultativa no estuvieran de acuerdo con los nuevos precios de los materiales que el contratista desea percibir, estos tienen el derecho de proponer al contratista éste la obligación de aceptarlos a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., obtenidos por el contratista.

Cuando el promotor o la Dirección facultativa, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios, concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos admitidos por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se optará por un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

3.4. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha asumido el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los elementos correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que haya que hacer por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio. Debido a esta razón, no se abona al contratista la cantidad de ninguno de estos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra totalmente terminada y en disposición de recibirse.

4. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

4.1. VALORACIÓN DE LAS OBRAS

La valoración de las obras se realizará en función de la unidad fijada en el documento nº4 "Presupuesto" del presente proyecto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra el precio que tuviese determinado en el presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que atañan al beneficio industrial y restando el tanto por ciento que pertenezca a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

4.2. MENCIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se comprobarán en presencia del contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmará por ambas partes. La medición final se realizará después de terminadas las obras con asistencia del contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá surgir la aprobación del contratista o de su representación legal. En caso de no existir conformidad, lo expresará sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello precisa.

4.3. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha realizado estudio de los documentos que forman el Proyecto, y por tanto al no haber ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se comprende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a ningún tipo de reclamación. Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

4.4. VALORACIONES DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por resultado de rescisión u otras causas fuera necesario valorar las obras incompletas, se emplearán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse

hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la determinada en los cuadros de descomposición de precios.

4.5. CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Las liquidaciones parciales poseen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que impliquen de la liquidación final. No suponiendo dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos relativos al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá mostrar el contratista los comprobantes que se requieran.

4.6. PAGOS

Los pagos se realizarán por el Propietario en los plazos anticipadamente establecidos, y su importe corresponderá al de las Certificaciones de Obra expedidas por la Dirección Facultativa de la obra.

4.7. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, razonando retraso en los pagos, suspender trabajos, ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, con arreglo al plazo en que deben concluirse.

4.8. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE PAGOS

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de finalización de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales originados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, adecuadamente justificados.

4.9. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, avería o perjuicios producidos en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este punto, se considerarán como tales, únicamente los siguientes:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños derivados por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que procedan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en época de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

Las indemnizaciones se referirán únicamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso percibirá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la contrata.

5. OTROS

5.1. MEJORAS DE LAS OBRAS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que la Dirección Facultativa de la obra haya ordenado por escrito la realización de los trabajos nuevos o que optimicen localidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato.

Tampoco se aceptarán ampliaciones de obra en las unidades contratadas, salvo caso error en las mediciones del Proyecto, a menos que la Dirección Facultativa de la obra establezca, también por escrito, el aumento de las contratadas.

5.2. SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva.

El precio del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan por contrata los trabajos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del promotor, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al contratista se realizará por certificaciones, con el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, creada en documento público, el promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc, y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no le hubiera abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños originados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el director de obra.

Las obras de reforma o reparación se establecerán previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de alcanzar toda parte del edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que conforman en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa aprobación o reparos.

5.3. CONTRATO DE LA OBRA

Se recomienda que el contrato de la obra se firme, entre promotor y contratista, antes del inicio de las obras, para evitar que la realización de la obra se realice por administración.

A la dirección facultativa de la obra, que se encuentra compuesta por el director de obra y la dirección facultativa de la obra, se les otorgara una copia del contrato de la obra con la finalidad de pactar en los términos pactados.

En el contrato de la obra queda garantizado que la Dirección Facultativa este en pleno derecho de coordinar, controlar y dirigir la obra, así como deberá quedar descrito las posibles discrepancias e interpretaciones que puedan surgir tanto por el promotor como por el contratista, por lo que posee una elevada relevancia que se especifiquen con total claridad los siguientes puntos:

- Documentación a aportan por parte del contratista.
- Condiciones de ocupación del solar y el inicio de las obras.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista.
- Determinar la totalidad de los gastos de consumos y enganches.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Forma de pago.
- Plazos de ejecución.
- Penalizaciones por el retraso de las obras.
- Fecha de recepción de la obra (tanto provisional como definitiva).
- Retención en concepto de garantía, siendo un máximo del 5%.
- Litigio entre las partes.

Este apartado de disposiciones económicas se trata de un complemento del contrato de obras, por lo que podrá ser usado como base para la realización del contrato de obras.

5.4. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Director de las Obras. Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito y acompañarse con un testimonio que acredite que la organización que se ha de encargar de la realización de los trabajos que han de ser objeto del subcontrato, está particularmente capacitada y equipada para su ejecución. La aceptación del subcontrato no releva al contratista de su responsabilidad contractual.

5.5. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por si o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Hay dos tipos de obras por administración siendo estas:

- Obra por administración directa.
Las obras por administración directa son aquellas en la que el promotor puede ser el propio Ingeniero/director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los

materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma, mediando directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su ejecución es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de promotor y contratista.

- Obra por administración indirecta o delegada.
Se concibe por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen un promotor y un constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, ejecute las gestiones y los trabajos que se precisen y se acuerden.

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

1. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

1.1. JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias existan durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el director de obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la realización de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato de Obras y en los documentos que componen el Proyecto. (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se ajusta a lo determinado en la Ley de Contratos de Trabajo y, además, a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, atendiendo al mantenimiento de sus líneas de lindero y vigilante que, por los propietarios de las fincas contiguas, si las hubiese, no se ejecuten durante las obras actos que mermen o alteren la propiedad.

Toda observación relativa a este punto será puesta inminentemente en conocimiento del director de la obra.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la Política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté ubicada.

1.2. PAGO DE ARBITRIOS

El pago de todos los impuestos y arbitrios sobre todo lo utilizado en la obra debe de realizarse en el tiempo de ejecución de las mismas por concepto inerte de las actividades que se llevan a cabo.

El pago de estos impuestos corre a cargo del contratista, siempre que no se estipule lo contrario en el presente documento. El contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el director de obra piense justo realizarlo.

1.3. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes producidos por causa de los trabajos para la realización de las obras, el Contratista se ajustará a lo impuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su obediencia y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El contratista debe de adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes en la totalidad de los lugares que sean peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista es el único responsable de todos los accidentes que, por falta experiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en sus alrededores. Por lo que deberá de abonar las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan producirse en las operaciones de realización de la obra.

El Contratista deberá cumplir los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

1.4. CAUSAS DE RECISIÓN DEL CONTRATO

Las causas suficientes para la rescisión del Contrato de Obra se muestran a continuación:

- Muerte o incapacidad del contratista.
- Quiebra del contratista.

Si los síndicos o herederos quisieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato de Obra, el promotor tendrá el derecho de admitir o rechazar el ofrecimiento, en el caso de su rechazo los herederos o síndicos no tendrán ningún tipo de derecho a indemnización.

- Alteraciones del contrato.
Las alteraciones mostradas a continuación pueden ser causa de rescisión del sustrato:
 - Modificación del proyecto de ejecución, siendo por juicio del director de obra que este sufre alteraciones fundamentales.

- Modificación de las unidades de obra, siempre que el presupuesto sufra una variación de más del 40% debido a las Unidades del Proyecto modificadas.
- Suspensión de la obra comenzada o siempre que por causas ajenas al contratista la obra no comience en un plazo de tres meses desde que se realizó la adjudicación, si se produce este caso, la devolución de la fianza se realizará de manera automática.
- Suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya superado 1 año.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato de Obra con perjuicio de los intereses de la obra, siempre que este incumplimiento implique descuido o mala fe.
- Terminar el plazo de ejecución de la obra sin que esta se encuentre acabada, es decir, el abandono de la obra sin ningún tipo de causa justificada.
- Mala fe en la realización de las obras.

En Soria a 20 de junio de 2019

Fdo. :

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO.

ÍNDICE DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

1. MEDICIONES.....	1
2. CUADROS DE PRECIOS.....	33
2.1. Cuadro de precios nº1: mano de obras y maquinaria.....	33
2.2. Cuadro de precios nº2: materiales a pie de obra.....	35
2.3. Cuadro de precios nº3: precios de unidad de obra (precios descompuestos).....	43
2.4. Cuadro de precios nº4: precios de unidades de obra (precios descompuestos).....	80
3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	115

1. MEDICIONES

Código	Descripción	Parciales	Medición
CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
D02AA501 1.001	M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.		
	Planta de producción de	170,65	
	Camino de acceso	955,64	
			1.126,29
D02HF050 1.002	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS C/AGOT. T.F. M3. Excavación mecánica de zanjas de cimentación, en terreno de consistencia floja, con extracción de tierra a los bordes y con agotamiento de aguas, i/p.p. de costes indirectos.		
	Digestor anaerobio	639,28	
	Tanque de mezclado	13,84	
	Muro divisorio	128,77	
	Losa de cimentación de equipos de purificación	4,38	
	Losa de cimentación de módulo de cogeneración	477,00	
	Losa de cimentación de antorcha de seguridad	1,13	
	Losa de cimentación de dosificador y elevador	4,98	
	Losa de cimentación de soplante de aire	1,13	
			1.270,51
D02HF105 1.003	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. T.F. M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.		
			444,61
D23KJO25 1.004	Ud Replanteo Replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación.		
			7,00
1.5 1.005	M3 Relleno de zanjas con cama de arena fina M3. Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.		
			103,20

Código	Descripción	Parciales	Medición
1.6 1.006	<p>M3 Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza</p> <p>M3. Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.</p>		
	Planta de producción de	51,19	
	Camino de acceso	336,15	
			387,34
D02VK001 1.007	<p>Tn TRANS. TIERRAS < 10 KM. CARG. MAN.</p> <p>M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total de hasta 10 km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios manuales y p.p. de costes indirectos.</p>		
			44,40

TOTAL CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

=====

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C02 DEMOLICIÓN

D01KG020 2.001	M2 DEMOL. SOLERA HORM. 15 CM. C/COM. M2. Demolición de solera de hormigón en masa, de 15 cm. de espesor, con martillo compresor de 2.000 l/min., i/retirada de escombros a pie de carga, maquinaria auxiliar de obra y p.p. de costes indirectos, según NTE/ADD-19.		27,38
--------------------------	---	--	-------

TOTAL CAPÍTULO C02 DEMOLICIÓN.

=====

Código	Descripción	Parciales	Medición
CAPÍTULO C03 CIMENTACIÓN			
D04EF161 3.001	M3 HOR. LIMP. HM-20/P/40/ IIa CEN. V. GRÚA M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.		
	Digestor anaerobio	32,79	
	Tanque de mezclado	5,54	
	Muro divisorio	21,46	
	Losa de cimentación de equipos de purificación	0,88	
	Losa de cimentación de módulo de cogeneración	9,54	
	Losa de cimentación de antorcha de seguridad	0,23	
	Losa de cimentación de dosificador y elevador de paja	1,00	
	Losa de cimentación de soplante de aire	0,23	
			71,67
CHH030 3.002	M3 HOR. HA-30/B/20/IIa+Qb CEN. SR. BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.		
	Digestor anaerobio	302,83	
			302,83
CHH031 3.003	M3 HOR. HA-30/B/20/IV BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.		
	Tanque de mezclado	13,85	
			13,85
CHH032 3.004	M3 HOR. HA-25/B/20/IIb BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IIb fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.		
	Losa de cimentación de equipos de purificación	3,50	
	Losa de cimentación de módulo de cogeneración	38,16	
	Losa de cimentación de antorcha de seguridad	0,90	
	Losa de cimentación de dosificador y elevador de paja	3,98	
	Losa de cimentación de soplante de aire	0,90	
			47,44
CHH033 3.005	M3 HOR. HA-30/B/20/IV BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido desde camión para formación de zapata corrida de cimentación.		
	Muro divisorio	107,31	

Código	Descripción	Parciales	Medición
			107,31
D04AA001	Kg ACERO CORRUGADO B 500-S		
3.006	Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.		
	Losa de cimentación de equipos de purificación	239,04	
	Losa de cimentación de módulo de cogeneración	4.075,75	
	Losa de cimentación de antorcha de seguridad	71,68	
	Losa de cimentación de dosificador y elevador de paja	118,68	
	Losa de cimentación de soplante de aire	31,15	
	Tanque de mezclado	897,38	
	Muro divisorio	4.713,23	
			10.146,91
D04AA201	Kg ACERO CORRUGADO B 400-S		
3.007	Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.		
	Digestor anaerobio	13.668,0	
			13.668,00
D04CA101	M2 ENCOFRADO MADERA ZAPATAS		
3.008	M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas.		
	Muro divisorio	76,50	
			76,50
D04CS001	M2 ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTAC.		
3.009	M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 8 posturas.		
	Digestor anaerobio	302,83	
	Tanque de mezclado	76,65	
	Losa de cimentación de equipos de purificación	8,75	
	Losa de cimentación de módulo de cogeneración	95,40	
	Losa de cimentación de dosificador y elevador de paja	2,25	
	Losa de cimentación de antorcha de seguridad	9,96	
	Losa de cimentación de soplante de aire	22,50	
			518,34

TOTAL CAPÍTULO C03 CIMENTACIÓN.

Código	Descripción	Parciales	Medición
CAPÍTULO C04 ESTRUCTURA			
D04GX407 4.001	M3 HOR. HA-30/B/20/IIa + QB MUROS BOM M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/20/ IIa + QB N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.		
	Digestor anaerobio	244,60	244,60
D04GX408 4.002	M3 HOR. HA-30/B/20/IV MUROS BOM M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/20/ IV N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.		
	Tanque de mezclado	10,05	
	Muro divisorio	122,96	
			133,01
D04AA201 4.003	Kg ACERO CORRUGADO B 400-S Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.		
	Digestor anaerobio	11.049,5	11.049,53
D04CX501 4.004	M2 ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00 m2. de superficie, considerando 8 posturas, i/aplicación de desencofrante.		
	Digestor anaerobio	376,31	
	Tanque de mezclado	50,27	
			426,58
D04AA001 4.005	Kg ACERO CORRUGADO B 500-S Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.		
	Tanque de mezclado	651,17	
	Muro divisorio	5.400,60	
			6.051,77

Código	Descripción	Parciales	Medición
EAV010 4.006	Kg ACERO LAMINADO 10025 S275JR kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.		2.203,58

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C05 AISLAMIENTO E IMPEMEABILIZACIÓN

D17UA010 5.001	M2 IMPERM. GEOT+PVC MIPOPLAST 2052/8 M2. Impermeabilización de balsas, estanques, lagos artificiales, vertederos, etc., constituida por: geotextil antipunzonante de 250 gr/m ² , colocado sobre el terreno compactado o vaso de hormigón; lámina de PVC MIPOPLAST 2052/8 color negro, de 0,95 mm. de espesor, no armada, resistente a los rayos UV, microorganismos y raíces, convenientemente soldada térmicamente con solapes de 10 cm., sellando posteriormente las uniones con PVC líquido Sika Trocal; geotextil de polipropileno de 140 gr/m ² .; lista para recibir capa de protección de arena, grava u hormigón.		327,94
NAI010 5.002	M2 AISLA TERM. VIDRIO CELULAR M2. Aislamiento térmico horizontal de losa de cimentación, formado por panel de vidrio celular, de 600x450 mm y 100 mm de espesor, según UNE-EN 13167, resistencia a compresión \geq 1600 kPa, resistencia térmica 0,71 m ² K/W, conductividad térmica 0,05 W/(mK) y Euroclase A1 de reacción al fuego; colocado a tope en la base de la losa, sobre una capa de hormigón de limpieza; previa aplicación de adhesivo bituminoso, formado por una disolución de betún asfáltico modificado y cargas minerales en base solvente, de aplicación en frío con un rendimiento de 1,75 kg/m ² , sobre la superficie del hormigón endurecido; preparado para la posterior impermeabilización de la losa de hormigón. Incluso adhesivo bituminoso para sellado de juntas.		327,94
NAF040 5.003	M2 AISLA TERM. POLIESTIRENO EXPANDIDO M2. Aislamiento térmico por el exterior en fachada ventilada, formado por panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, resistencia térmica °, conductividad térmica 0,029 W/(mK), colocado a tope y fijado mecánicamente.		403,67
NAF041 5.004	Ud CUBIERTA FLOTANTE 1272,23 M2 Ud. Cubierta flotante para balsa de geomembrana de polipropileno armado de 1,14 mm de espesor, color ocre. Incluye los siguientes elementos: -Línea de contrapesos en polipropileno armado color ocre. -Ventosas de aireación requeridas. -Boca de acceso completamente en aluminio. Completamente instalada y probada		1,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C06 ALBALIÑERIA Y REVESTIMIENTOS

<p>RIP020 6.001</p>	<p>M2 REVESTIMIENTO M2. Aplicación manual de dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir, (rendimiento: 0,1 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de hormigón, vertical, de más de 3 m de altura. El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares.</p>		244,60
<p>D35EE040 6.002</p>	<p>Kg PIN. INTUMESCENTE S/ESTRUCT. 90 MIN. Kg. Pintura intumescente de resinas de polimerización especial de Procolor o similar sobre estructura metálica con un espesor mínimo de 400 micras, i/limpieza y capa antioxidante, con una resistencia al fuego mínima de noventa minutos (precio por kilo de perfil).</p>		2.203,58
<p>6.3 6.003</p>	<p>M2 CHAPA DE ACERO DE ESPESOR 0,6 mm Chapa de acero precolada en ocre de 0,6 mm de espesor. Instalación mediante rastreles atornillados al depósito. Incluye parte proporcional a la estructura auxiliar, accesorios, sistemas de sujeción y recortes necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalada.</p>		407,89

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C07 INSTALACION HIDRÁULICA

EM0054 7.001	Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN INOX-CHECK DN 50 Ud. Válvula de retención con doble clapeta. Temperatura máx. 100°C, presión máx. 16 bar, medida DN50 43x109 mm, peso 1,5 kg, cuerpo de fundición gris GG-25, clapeta de acero inoxidable AISI-304, eje y muelle de acero inoxidable y asiento de EPDM, CTE. DB-HS Salubridad. Montaje tipo WAFER entre bridas DIN2502 (PN-16). Totalmente montada, conexionada y probada.		2,00
EM0061 7.002	M CONDUCCIÓN PE100 DN 50 M. Conducción de polietileno de alta densidad PE100, de 50 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR; instalación enterrada en zanja, recubierta de arena según NTE-IFR/9, i/aporte de material, reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad.	Línea 1 Línea 2 Línea 3	25,94 18,66 15,54 60,14
EM0057 7.003	Ud VÁLVULA BOLA INOX 2P 2" Ud. Válvula de bola de acero inoxidable accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", dimensiones 50x121x97x192 mm, cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado (2 piezas). Totalmente montada, conexionada y probada.		3,00
7.4 7.004	Ud BOMBA SUMERGIBLE Ud. Bomba hidráulica para purín, capaz de elevar 5 m ³ /h a una altura de 11,27 m max, con motor estanco al purín y sumergible. PN: 0.6 kW. Tornillería en contacto con el líquido de acero inoxidable AISI 316. Incluido el sistema de acoplamiento fijado con pedestal. Totalmente montada, conexionada y probada.		2,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN			
8.1 8.001	M CONDUCCIÓN INOX DN 32 M. Tubería de acero inoxidable AISI 316, incluso parte proporcional de uniones y accesorios, DN 32 siendo su diámetro exterior de 42,16 mm y un espesor de 3,556mm. Reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad. Unidad totalmente ejecutada y probada ANSI B31.1 del código ASME.		52,60
8.2 8.002	M CONDUCCIÓN INOX DN 38 M. Tubería de acero inoxidable AISI 316, incluso parte proporcional de uniones y accesorios, DN 38 siendo su diámetro exterior de 48.26 y un espesor de 3.556. Reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad y unidad totalmente ejecutada y probada. ANSI B31.1 del código ASME.		254,28
8.3 8.003	Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN INOX-CHECK DN 50 Ud. Ud. Válvula de retención con doble clapeta. Temperatura máx. 100°C, presión máx. 16 bar, medida DN50 43x109 mm, peso 1,5 kg, cuerpo de fundición gris GG-25, clapeta de acero inoxidable AISI-304, eje y muelle de acero inoxidable y asiento de EPDM, CTE. DB-HS Salubridad. Montaje tipo WAFER entre bridas DIN2502 (PN-16). Totalmente montada, conexionada y probada.		2,00
IFW060 8.004	Ud VÁLVULA REGULADORA DE PRESION LATON DN 50 Válvula limitadora de presión de latón, de 2" DN 50 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, CTE. DB-HS Salubridad. Totalmente montada, conexionada y probada.		1,00
8.5 8.005	Ud VALVULA DE BOLA 3 VIAS INOX 2" Ud. Válvula de bola de acero inoxidable de 3 vías en "T" accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado. Totalmente montada, conexionada y probada.		3,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
NAA010 8.006	M AISLAMIENTO TERMICO CONDUCCIÓN DN 32 M. Aislamiento térmico de tubería en instalación exterior de calefacción, colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42,0 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor, protección con emulsión asfáltica y revestimiento de chapa de aluminio.		52,60
NAA011 8.007	M AISLAMIENTO TÉRMICO CONDUCCIÓN DN 38 M. Aislamiento térmico de tubería en instalación exterior de calefacción, colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 48,0 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor, protección con emulsión asfáltica y revestimiento de chapa de aluminio.		254,28
8.8 8.008	Ud INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS Ud. Intercambiador de calor de placas para el calentamiento del sustrato a introducir en el digestor, formado por placas de espesor de 0.4 mm de acero inoxidable AISI 316 con juntas de nitrilo tipo clip con un área de intercambio de 2.5 m2. Totalmente instalado, conexionado y probado.		1,00
TOTAL CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.			

Código	Descripción	Parciales	Medición
CAPÍTULO C09 INSTALACIÓN DE GAS			
9.1 9.001	M CONDUCCIÓN PE100 DN63 M. Conducción de polietileno de alta densidad (PE100), de 63 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR. Totalmente colocada y probada.		29,54
9.2 9.002	M COMDUCCIÓN PE100 DN 40 M. Conducción de polietileno de alta densidad (PE100), de 40 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR. Totalmente colocada y probada.		4,52
9.3 9.003	Ud VÁLVULA BOLA INOX 2P 2 1/2" Ud. Válvula de bola de acero inoxidable accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2 1/2", dimensiones 5x145x135x244 mm, cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado (2 piezas).		1,00
9.4 9.004	Ud VALVULA DE BOLA 3 VIAS INOX 2 1/2 " Ud. Válvula de bola de acero inoxidable de 3 vías en "T" accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado.		2,00
IGW008 9.005	Ud VALVULA REGULADORA DE GAS Ud. Regulador de presión con válvula de seguridad por exceso de presión de 300 mbar de presión máxima y rearme manual, de 5 m³/h de caudal máximo, de 0,5 a 4 bar de presión de entrada y 150 mbar de presión de salida, ICG 01 a 011, UNE 60670-4. Totalmente montada, conexionada y probada.		1,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
9.6 9.006	Ud POZO DE CONDENSADOS 50I Ud. Suministro e instalación de Pozo de condensados para recogida de agua de condensación en tuberías, con eliminación automática por medio de sifón. Incluida conexión a línea de gas y mano de obra de la instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.		3,00
9.7 9.007	Ud COLUMNA DE DESULFURACIÓN Ud. Torre totalmente hermética de fibra de vidrio con filtro para el absorbente comercial, con tapa de recambio de material absorbente. Volumen total de la torre de 3,98 m ² , con un diámetro de 1,07 m y una altura de 4,42 m. Incluido soporte de anclaje al suelo, conexión a línea de gas y mano de obra de la instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.		1,00
9.8 9.008	Ud DESHUMIDIFICADOR Ud. Suministro e instalación de deshumidificador para una capacidad de 236 m ³ /h a 35 °C. Potencia eléctrica del enfriador: 7kW. Incluye todos los elementos necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.		1,00
9.9 9.009	Ud SOPLANTE DE AIRE Ud. Soplante de aire monoetapa con presión máxima de impulsión 150 mbar, potencia 1,5 kW y caudal máximo de 219 m ³ /h. Certificado ATEX. Totalmente conexionado, instalado y probado.		1,00
9.10 9.010	Ud ANTORCHA DE SEGURIDAD Ud. Antorcha de seguridad de llama oculta para la combustión de biogás con contenido en metano de 50-75%. Caudal de gas hasta 120 m ³ /h (C.N). Capacidad del quemador de 900 kW y consumo eléctrico de 1kW. Incluye apagallamas, válvula de cierre rápido, válvula reguladora de presión, accesorios y parte proporcional a accesorios. Totalmente instalada, conexionada y probada.		1,00
9.11 9.011	Ud VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN Ud. Válvula de alivio de presión para evitar cambio de presión en la membrana, función de parallamas. Apertura de válvula con presión consigna establecida de 20 mbar. Totalmente instalada, y probada.		1,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
9.12 9.012	<p>Ud GASOMETRO</p> <p>Ud. Suministro e instalación de gasómetro de doble membrana en EPDM. Volumen de acumulación de 1043,39 m³. Aparte del gasómetro incluye lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de limitación de bajada mediante cintas - Todos los elementos auxiliares necesarios para la colocación de gasómetro. - Sistema aislante termoacústico compuesto por una lámina de aluminio puro, protegido por barniz NC, encerrada en el interior de una burbuja de aire seco estanco y de una espuma de polietileno de 5 mm, resistencia térmica de 1.35 m²K/W y una conductividad térmica de 0.025 W/mk, colocado a tope sobre la parte interior de la membrana interior con la adición de un aditivo bituminoso. - Mano de obra, equipos auxiliares y ayudas de albañilería. <p>Totalmente montado y probado.</p>		

1,00

TOTAL CAPÍTULO C09 INSTALACIÓN DE GAS.

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C10 INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGITACIÓN

10.1 10.001	Ud AGITADOR DIGESTOR ANAEROBIO Ud. Agitador horizontal para digestor anaerobio de acero inoxidable AISI 316, monobloque, propulsor autolimpiante, motor sumergible y eje horizontal. Protección contra explosiones (ATEX IISG T4). Potencia del motor: 3.2 kW, velocidad de giro de 900 rpm, frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1,441 (AISI 316). Incluye todo lo necesario para la instalación y sistema de soporte. Completamente montado y probado		3,00
10.2 10.002	Ud AGITADOR TANQUE DE MEZCLADO Ud. Agitador de montaje lateral con cierre mecánico simple de carburo de silicio de acero inoxidable AISI 316. Potencia del motor 3,2 kW, velocidad de giro de 290 rpm y Frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1.441 (AISI 316). Incluye todo lo necesario para la instalación. Completamente probado y montado		1,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C11 INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE LA PAJA

11.1	Ud DOSIFICADOR DE PAJA		
11.001	Ud. Dosificador de paja con capacidad para albergar 17 m3 con liberación de paja a través de cuchilla dosificadora, incluye sistema de pesaje y dispositivo de control conectado a la unidad. Potencia del motor: 11 kW. Incluye todo lo necesario para la instalación. Totalmente montado y probado.		1,00
11.2	Ud ELEVADOR		
11.002	Ud. Tornillo sin fin encargado del transporte de la paja desde el deshumidificador hasta el tanque de mezclado de 3,5 m de altura, caudal máximo de 12 m3/h. Potencia del motor de 2.5 kW. Incluye todo lo necesario para la instalación. Totalmente montado y probado.		1,00

=====

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C12 INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

12.1	Ud SOFTWARE SCADA		
12.001	<p>Ud. Suministro e instalación de Software SCADA de supervisión y operación con WINCC o similar, en el que se integraran todos los elementos a controlar, formado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de pantallas de supervisión y visualización en tiempo real. -Conjunto de pantallas de parámetros de funcionamiento. - Conjunto de pantallas en tiempo real e históricos. -Curvas de tendencias en tiempo real e históricos. - Histórico de energía y producciones. - Conexión remota mediante programa de control remoto PC basado en tecnología TCP/IP. <p>Además, se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Licencia de software. -Modem GSM -Impresora -PC y monitor de 21" -Ingeniería de programación y puesta en marcha. 		1,00
12.2	Ud Cuadro de control		
12.002	<p>Ud. Suministro e instalación de Cuadro de control para la realización de las funciones de control. Cuadro de control dotado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Automata programable (PLC) con sus correspondientes módulos de entrada/salida analógicas y digitales, software, pruebas y puesta a punto de la instalación. -Tarjetas de entrada/salida con s la separación suficiente para recoger todas las señales provenientes de la planta. -Tanto hardware y software se adaptarán a las Especificaciones correspondientes y a lo que dictamine en su momento el Director de Obra. -El autómata dispone de una tarjeta de comunicación Ethernet para fibra óptica, para el enlace con el ordenador del sistema SCADA. <p>Unidad completamente montada y probada</p>		1,00
12.3	Ud SONDA DE NIVEL		
12.003	<p>Ud. Sonda de nivel para el control de nivel en tanque de mezclado y digestor. Funcionamiento mediante radar pulsado, rango de medida entre 0-20 y retransmisión 4-20 mA. Totalmente instalado y probado.</p>		2,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
12.4 12.004	Ud CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO Ud. Caudalímetro para el control del caudal de las diferentes líneas hidráulicas de la planta. Incluye: -Transmisor: Precisión de medida de $0,4 \pm 1$ mm/s y rango de medida de 4-20 mA. -Sensor: Rango de medida 0 a 10 m/s, precisión de medida $0,2 \pm 2,5$ mm/s. Totalmente instalado y probado.		3,00
12.5 12.005	Ud CAUDALIMETRO BIOGÁS Ud. Equipos de medida de caudal de biogás, con transmisor electrónico de presión diferencial. Señal de salida 4-20 mA. Incluido soporte de montaje. Totalmente instalado y probado.		2,00
12.6 12.006	Ud SENSOR DE PRESIÓN Ud. Equipo de medida de presión de biogás, con transmisor electrónico de presión diferencial. Señal de salida 4-20 mA. Totalmente instalado y probado.		2,00
12.7 12.007	Ud ANALIZADOR DE BIOGAS Ud. Suministro e instalación de analizador de biogás con sensores para la medición de metano, oxígeno, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. Totalmente instalado y probado.		1,00
12.8 12.008	Ud MEDIDOR DE TEMPERATURA, POTENCIAL REDOX Y pH Ud. Medidor de temperatura, pH y potencial redox del interior del digestor, incluyendo los siguientes componentes: -Transmisor: Rango de medida 4-20 mA. -Sonda de temperatura: Sonda de temperatura tipo Pt100 con rango de medición de -40 a 60 °C. -Sonda para la medición de potencial redox: Rango de medición -1500 mV a 1500 mV. -Sonda para la medición de pH: Rango de medición de 0-14.		1,00
12.9 12.009	M CABLEADO DE DATOS M. Cable EXZHELLENT señal Z102Z1-K (AS) 300/500 V 2x1, 5mm ² . Con conductor de Cu Clase 5 y aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE); pantalla de aluminio de poliéster de drenaje de cobre estañado y cubierta de Poliofina. Incluye pequeño material eléctrico. Norma constructiva y ensayos UNE-EN 60332-1-2. Completamente instalado, montado y conexionado.		

Código	Descripción	Parciales	Medición
			2.969,28
12.10	M TUBOS CORRUGADOS		
12.010	M. Tubo corrugado parala protección de cableado de señal. Diámetro exterior 110 mm, con grado de protección IP54, color naranja y resistencia a compresión >450 N. Completamente instalado y montado.		507,70

Código	Descripción	Parciales	Medición
CAPÍTULO C13 INSTALACIÓN ELECTRICA			
IEH010 13.001	M CABLE 2 x 2,5 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 2,5 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		96,24
IEH011 13.002	M CABLE 2 X 4 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		27,03
IEH012 13.003	M CABLE 2 X 10 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 10 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		16,83
IEH013 13.004	M CABLE 3 x 2,5 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.		171,77
IEH014 13.005	M CABLE 3 x 10 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.		8,73
IEH015 13.006	M CABLE 3 x 16 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 16 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		38,62

Código	Descripción	Parciales	Medición
IEH016 13.007	M CABLE 3x25 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 25 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		38,59
IEH017 13.008	M CABLE 4x35 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 x 35 m2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.		2.793,30
13.10 13.009	M ELECTRODO DE TOMA DE TIERRA GENERAL M. Cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección para toma de tierra, incluye cableado de unión de los distintos elementos conexionados a esta toma (cable con aislamiento de PVC). Totalmente instalado y probado.		100,00
D27GA001 13.010	Ud TOMA DE TIERRA (PICA) Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18		1,00
13.12 13.011	M CINTA DE SELAÑILAZIÓN M. Cinta de señalización de cables enterrados. Totalmente instalada		732,16
13.13 13.012	Ud CONTADOR BIDIRECCIONAL Ud. Contador bidireccional encargado de la medición de la energía generada en la unidad de cogeneración, tensión de alimentación 400, grado de protección IP20, precisión de energía activa Clase 1 UNE-EN 62053-21, precisión de energía activa Clase 2 UNE-EN 62053-23. Unidad totalmente instalada incluyendo el cableado, el conexionado y caja de protección.		1,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
13.14	Ud CUADRO ELECTRICO DE BAJA TENSIÓN		
13.013	Ud. Cuadro eléctrico de baja tensión, equipado con bornes de conexión, formado por caja de doble aislamiento de empotrar, con puesta de 12 elementos, perfil omega y embarrado de protección. Incluye todos los elementos de corte y protección (fusibles de protección, interruptores magnetotérmicos y diferenciales) necesarios para su correcto funcionamiento, así como el material auxiliar necesario para la realización de la instalación. Unidad completamente instalada y rotulada incluyendo el cableado y conexionado.		3,00
13.16	Ud VARIADOR DE FRECUENCIA		
13.014	Ud. Variador de frecuencia, para bombas sumergibles, potencia 2,2 kW, máxima corriente de salida 6 A, potencia de trabajo del motor de la bomba 2,2 kW, voltaje de entrada 3 x 400 y voltaje de salida 3 x 400 V. Incluye cableado y caja de protección. Unidad totalmente instalada y conexionada.		2,00
IEO040	M BANDEJAS DE CABLE PERFORADAS		
13.015	M. Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC, color gris RAL 7035, con soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035. Cumple Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Completamente montado.		82,19
IEH018	M CABLE 2 X 16 mm2 CON AISLAMIENTO		
13.016	M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 16 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		30,49
IEH019	M CABLE 3 X 4 mm2 CON AISLAMIENTO		
13.017	M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		28,23

Código	Descripción	Parciales	Medición
IEH020 13.018	M CABLE 3 X 95 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 95 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.		507,34

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C14 MODULO DE COGENERACIÓN Y CALDERA DE

14.1 Ud MODULO DE COGENERACIÓN

14.001

Ud. Dos contenedores compactos totalmente insonorizados realizados de acero al carbono. Diseñados y fabricados para ubicarlos en instalaciones exteriores y para uso de biogás.

El equipo principal de este módulo es el siguiente:

- Unidad de cogeneración: Potencia eléctrica 210 kW (rendimiento eléctrico a plena carga de 39,5 %) y potencia térmica útil de 225 kW (rendimiento térmico a plena carga de 38,2%). consumo máximo de biogás de 88,5 Nm³/h y presión de conexión de gas de operación entre 20 y 100 mbar.

Además, del equipo principal, el módulo de cogeneración incluye los siguientes elementos:

- Cuadros de control eléctrico y protección del generador.
- Cuadro eléctrico de baja tensión de equipos auxiliares.
- Sistemas de seguridad.
- Sistema de valvulería para garantizar el correcto funcionamiento y total seguridad de la unidad de cogeneración.
- Caldera de recuperación.
- Chimenea y silenciador.
- Elementos antivibratorios.
- Disipadores de emergencia.
- Rampa de biogás provista con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.
- Elementos de impulsión para el agua caliente de caldera de recuperadora de manera que asegura la llegada del agua caliente a sus puntos de destino.

El módulo de cogeneración irá totalmente instalado, conexionado y probado.

1,00

14.2 Ud CALDERA DE COMBUSTIÓN

14.002

Ud. Caldera de combustión de biogás, eficiencia térmica 84.8 % y potencia térmica útil de 240 kW, con un diámetro del tubo de ventilación de 200 mm. Provista de los siguientes elementos:

- Equipos de seguridad y valvulería necesarios para asegurar un correcto y seguro funcionamiento.
- Elementos de impulsión del agua caliente generada en la caldera, de manera que se asegura la llegada de estas a sus puntos de destino.
- Resto de pequeños materiales necesarios para su funcionamiento.

La caldera de combustión irá totalmente instalada, conexionada y probada.

1,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C15 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

D34AA006 15.001	Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.		3,00
D34AA505 15.002	Ud ARMARIO EXTINTOR CORREDERA Ud. Armario extintor 6/9 Kg, en chapa galvanizada pintado en rojo, con corredera con cristal, instalado según CTE/DB-SI 4.		3,00
D34FG005 15.003	Ud PULSADOR DE ALARMA REARMABLE Ud. Pulsador de alarma tipo rearmable, con tapa de plástico basculante totalmente instalado, i/p.p. de tubos y cableado, conexionado y probado, según CTE/DB-SI 4.		3,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
--------	-------------	-----------	----------

CAPÍTULO C16 SEGURIDAD Y SALUD

<p>D41AA212 16.001</p>	<p>Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.</p>	<p>8,00</p>
<p>D41AA320 16.002</p>	<p>Ud ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>	<p>8,00</p>
<p>D41AA404 16.003</p>	<p>Ud ALQUILER CASETA ASEO 4,00X2,25 M. Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4,00x2,25 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventana de 0,80x0,80 m. de aluminio anodizado hoja de corredera, con reja y luna de 6 mm. Equipada con termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos platos de ducha y un lavabo corrido con tres grifos. Instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático magnetotérmico.</p>	<p>8,00</p>

Código	Descripción	Parciales	Medición
D41AA601 16.004	Ud ALQUILER CASETA PREFA. ALMACEN Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.		8,00
D41AA820 16.005	Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.		8,00
D41AG801 16.006	Ud BOTIQUIN DE OBRA Ud. Botiquín de obra instalado.		1,00
D41AE001 16.007	Ud ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.		1,00
D41CA260 16.008	Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM. Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.		1,00
D41CA252 16.009	Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.		3,00
D41CA258 16.010	Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Ud. Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.		3,00
D41CC020 16.011	Ud VALLA DE OBRA CON TRÍPODE Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)		

Código	Descripción	Parciales	Medición
			170,00
D41CC230 16.012	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.		179,00
D41EA001 16.013	Ud CASCO DE SEGURIDAD Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.		14,00
D41EA220 16.014	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.		14,00
D41EA215 16.015	Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE		8,00
D41EA230 16.016	Ud GAFAS ANTIPOLVO Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.		14,00
D41EA401 16.017	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.		14,00
D41EA410 16.018	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.		14,00
D41EC001 16.019	Ud MONO DE TRABAJO Ud. Mono de trabajo, homologado CE.		14,00
D41EC010 16.020	Ud IMPERMEABLE Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.		14,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
D41EA601 16.021	Ud PROTECTORES AUDITIVOS Ud. Protectores auditivos, homologados.		14,00
D41EC401 16.022	Ud CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.		4,00
D41EC440 16.023	Ud ARNÉS SEGURIDAD AMARRE DORSAL Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE.		4,00
D41EE014 16.024	Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.		14,00
D41EE010 16.025	Ud PAR GUANTES NEOPRENO 100% Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.		14,00
D41EG001 16.026	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.		14,00
D41EG010 16.027	Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.		14,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
D41GG310 16.028	Ud CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm ² ., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.		1,00
D41GG405 16.029	Ud EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR.		3,00
D41IA001 16.030	Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.		20,00
D41IA020 16.031	Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE Hr. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.		20,00
D41IA040 16.032	Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. Ud. Reconocimiento médico obligatorio.		46,00
D41IA201 16.033	Hr EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV. H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.		20,00

Código	Descripción	Parciales	Medición
D41IA210 16.034	Ud LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.		14,00
D41IA220 16.035	Hr CUADRILLA EN REPOSICIONES Hr. Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/costes indirectos.		30,00

=====

2. CUADRO DE PRECIOS

2.1. Cuadro de precios nº1: mano de obra y maquinaria

CUADRO DE PRECIOS Nº 1 : MANO DE OBRA					
Referencia	Unidad	Mano de obra	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
U01AA011	Hr	Peón suelto	14,41	487,00	7.017,61
U01AA015	Hr	Maquinista o conductor	14,80	261,88	3.875,81
U01FA103	Hr	Oficial 1ª encofrador	22,30	561,61	12.523,93
U01FA105	Hr	Ayudante encofrador	18,90	561,61	10.614,45
U01FA201	Hr	Oficial 1ª ferralla	18,00	613,74	11.047,37
U01FA204	Hr	Ayudante ferralla	16,50	613,74	10.126,76
U01FP501	Hr	Oficial 1ª impermeabilizador	16,00	40,99	655,89
U01FP502	Hr	Ayudante impermeabilizador	14,20	40,99	582,10
U01FZ101	Hr	Oficial 1ª pintor	16,20	48,70	788,89
U01FZ105	Hr	Ayudante pintor	12,60	48,70	613,58
MO003	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	4317,92	7.980,79
MO102	Hr	Ayudante de electricista	17,50	413,88	7.242,87
MO008	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	43,05	822,70
MO107	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	37,39	690,06
MO010	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	17,91	342,30
MO109	Hr	Ayudante instalador de gas	17,50	2,45	42,91
MO045	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra	19,27	677,32	13.119,69
MO092	Hr	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra	18,29	57,04	1.053,22
MO047	Hr	Oficial 1ª montador de estructura metálica	19,37	39,66	768,29
MO094	Hr	Ayudante montador de estructura metálica	18,29	22,04	403,04
MO054	Hr	Oficial 1ª montador de aislamientos	19,11	155,53	2.903,69
MO101	Hr	Ayudante de montador de aislamientos	17,53	151,95	2.663,61
TO02300	Hr	Peón especializado	18,28	42,48	776,53
TO02322	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	43,73	527,82
TO02320	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	28,37	285,40
U01FX001	Hr	Titulado medio o graduado especialista en topografía	30,46	7	213,22
U04MX100	Ud	Desplazamiento y montaje de camión bomba	131,40	1,89	248,08
Importe total			97.930,61 €		

CUADRO DE PRECIOS Nº 1 : MAQUINARIA					
Referencia	Unidad	Maquinaria	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
U02AK001	Hr	Martillo compresor 2.000 l/min	4,00	10,40	41,62
U02FA001	Hr	Pala cargadora 1,30 M3.	22,00	11,26	247,79
U02FK001	Hr	Retroexcavadora	28,00	242,18	6.781,07
U02JA003	Hr	Camión 10 T. basculante	34,00	8,44	286,83
U02OA010	Hr	Pluma grúa de 30 mts.	3,80	43	163,41
U02OA025	Hr	Montaje y desmontaje P.L.G 30 m	0,15	43	6,45
U02SM005	Hr	Grupo motobomba de 6 C.V.	6,40	152,46	975,75
U02SW001	Lt	Gasóleo A	1,06	4178,81	4.429,54
U02SW005	Ud	Kilowatio	0,14	696,63	97,53
MQ06BHE 010	Hr	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón	169,73	19,80	3.360,65
MQ08SOLO 20	Hr	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	3,19	39,66	126,53
MR0032	Hr	Grúa móvil	29,53	4,69	216,72
1-5-3	Hr	Compactador manual	7	30,96	228,86
1-6-2	Hr	Camión cisterna de 8 m3 de capacidad	40,08	77,47	3.104,92
1-6-3	Hr	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	41,00	116,20	4.764,28
1-6-4	Hr	Dumper de descarga frontal de 2 toneladas de carga útil	9,27	116,20	1.077,19
Importe total			25.909,14 €		

TOTAL MANO DE OBRA: 97.939,91 €.

TOTAL MAQUINARIA: 25.909,14 €.

En Soria a 21 de julio de 2019

Fdo. : Alberto Barrio Pérez.

2.2. Cuadro de precios nº2: materiales a pie de obra

CUADRO DE PRECIOS Nº 2 : Materiales a pie de obra					
Referencia	Unidad	Material	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
U04MA513	M3	Hormigón HM-20/P/40/ IIa central	96,60	71,67	6.923,32
MT10HAF010U SM3	M3	Hormigón HA-30/B/20/IIb, fabricado en central	82,5	49,81	4126,92
MT10HAF010 WSM3	M3	Hormigón HA-30/B/20/IV, fabricado en central.	92,90	146,86	13.646,29
MT10HAF010 WSB	M3	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	106,45	675,25	71.880,04
U04MX001	M3	Bombeado hormigón 56 a 75 M3	14,00	377,61	5.286,54
U04PQ001	Lt	Sellador de juntas	1,72	85,32	146,74
1-6-5	t	Zahorra natural caliza	8,66	852,15	7.379,60
1-5-4	M3	Arena fina	2,47	103,20	254,90
U06AA001	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	473,47	535,02
U06DA010	Kg	Puntas planas 20x100	1,47	178,89	262,97
U06GA001	Kg	Acero corrugado B 500-S	0,80	17.008,61	13606,89
U06GG001	Kg	Acero corrugado B 400-S	0,68	25.953,41	17.648,32
MT07ALA010D A	Kg	Acero laminado 10025 S275JR	0,96	2.203,58	2.115,44
U07AI001	M3	Madera de pino encofrar 26 mm	12,12	12,12	1.648,05
U07GA005	M2	Tablero encofrar 25 mm	3,22	938,48	395,99
U15EG025	M2	Geotextil COPSATEX 250 gr/m2	1,14	344,34	392,54
U15EG042	M2	Geotextil polipropileno. 140 gr/m2	1,15	344,34	395,99
U16DA002	M2	Lámina de PVC MIPOPLAST 2052/8 color negro, de 0,95 mm. de espesor, no armada, resistente a los rayos UV, microorganismos y raíces, convenientemente soldada térmicamente con solapes de 10 cm.	2,77	360,73	999,23
U16GA211	Kg	PVC líquido perfilador	10,52	6,56	69,0
MT16PEL010A Q	M2	Panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, resistencia térmica ρ , conductividad térmica 0,029 W/(mK)	14,31	403,67	5.776,52

MT16PVI030GB	M2	Panel de vidrio celular, de 600x450 mm y 100 mm de espesor, según UNE-EN 13167, resistencia a compresión > 1600 kPa, resistencia térmica 0,71 m ² K/W, conductividad térmica 0,05 W/(mK) y Euroclase A1 de reacción al fuego; colocado a tope en la base de la losa	58,20	327,94	19.086,11
MT17COE080D B	M	Coquilla cilíndrica de lana de vidrio de 42 mm de diámetro interior y 40 mm de espesor de lana de vidrio	5,86	55,23	323,65
MT17COE080E C	M	Coquilla cilíndrica de lana de vidrio de 48 mm de diámetro interior y 40 mm de espesor de lana de vidrio	6,13	266,99	1.636,67
MT17COE150	M2	Chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor	43,26	126,94	5.491,55
U30GA001	MI	Conductor cobre desnudo 35mm ²	4,02	15	60,30
U30GA010	Ud	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	13,60	1	13,60
U30JW001	MI	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	0,30	96	28,80
U30JW125	MI	Tubo PVC rígido M 20/gp5	1,33	45	59,85
12-9-2	Ud	Pequeño material eléctrico y herramientas	0,50	2.969,28	1.484,64
MT35CUN030A	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	0,85	96,24	81,80
MT35CUN030C	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	1,25	27,03	33,79
MT35CUN030G	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	1,32	28,23	37,26

MT35CUN030T	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	2,87	16,83	48,30
MT35CUN030X		Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 2,5mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	1,24	171,77	212,99
MT35CUN030Y	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 95 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2	30,71	507,34	15.580,41
MT35CUN030Z	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	4,28	30,49	130,50
13-6-1	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	4,78	8,73	41,73
13-7-1	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 16mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	7,39	38,62	285,40
13-8-1	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV,	10,47	38,59	404,04

		reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 25 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.			
13-9-10	M	Cable unipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 x 25 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Según UNE 21123-2.	24,99	2.793,30	69.804,57
13-10-1	M	Cable de cobre desnudo de 50 mm ² , incluye cable de conexión entre elementos y toma de tierra	11,60	100	1.160,00
13-12-1	M	Cinta de señalización	0,02	732,16	14,64
MT35UNE001A	M	Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para soporte y conducción de cables eléctricos.	8,74	82,19	718,34
MT35UNE003A	M	Tapa de PVC para la colocación a presión.	4,18	82,19	343,55
MT35UNE006A	Ud	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, incluso tornillos de PVC.	2,92	55,07	160,80
MT35UNE015A A	Ud	Soporte horizontal de PVC, incluye tornillos.	5,71	82,19	469,30
13-13-1	Ud	Contador bidireccional encargado de la medición de la energía generada en la unidad de cogeneración, tensión de alimentación 400 , grado de protección IP20, precisión de energía activa Clase 1 UNE-EN 62053-21, precisión de energía activa Clase 2 UNE-EN 62053-23	257,00	1	257,00
13.14	Ud	Cuadro eléctrico de baja tensión, equipado con bornes de conexión, formado por	331,00	3	993,66

		caja de doble aislamiento de empotrar, con puesta de 12 elementos, perfil omega y embarrado de protección. Incluye todos los elementos de corte y protección (fusibles de protección, interruptores magnetotérmicos y diferenciales) necesarios para su correcto funcionamiento, así como el material auxiliar necesario para la realización de la instalación.			
13-16-1	Ud	Variador de frecuencia, para bombas sumergibles, potencia 2,2 kW, máxima corriente de salida 6 A, potencia de trabajo del motor de la bomba 2,2 kW, voltaje de entrada 3 x 400 V y voltaje de salida 3 x 400 V	863,10	2	3452,40
12-9-1	M	Cable EXZHELLENT señal Z102Z1-K (AS) 300/500 V 2x1,5mm ² . Con conductor de Cu Clase 5 y aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE); pantalla de aluminio de poliéster de drenaje de cobre estañado y cubierta de Poliofina. Incluye pequeño material eléctrico. Norma constructiva y ensayos UNE-EN 60332-1-2	2,81	2.969,28	8.343,68
12-10-1	M	Tubo corrugado para la protección de cableado de señal. Diámetro exterior 110 mm, con grado de protección IP54, color naranja y resistencia a compresión >450 N	1,50	507,70	761,55
U36IC040	Kg	Antioxidante	6,70	8,81	59,05
U36IE020	Kg	Pintura intumescente de resinas de polimerización especial de Procolor o similar sobre estructura metálica con un espesor mínimo de 400 micras	13,62	17,63	240,11
MT14ADG010A	kg	Adhesivo bituminoso	12,86	223	2.867,06
MT16AAA020H B	Ud	Fijaciones mecánicas	0,50	100,92	50,46
MT17COE120	Kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas	2,04	126,94	258,96
MT27PFP010B	l	Imprimación	3,30	30,58	100,90
MT27PIR010A	l	Pintura plástica	6,68	48,92	326,79

9-2-1	M	Conducción PE100 DN 40 PN 16	1,77	4,52	8
UF14545	M	Conducción de acero inoxidable DN 32	28,65	52,60	1.506,99
UF15525	M	Conducción acero inoxidable DN 38	32,64	254,28	8.299,70
7-1-3	M	Conducción PE100 DN50 PN16	6,50	60,74	394,82
9-1-1	M	Conducción PE100 DN 63 PN1	3,59	29,54	106,05
8-4-2	Ud	Válvula limitadora de presión de latón, de 2" DN 50 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar	11,21	2	22,42
8-5-1	Ud	Válvula de bola de 3 vías de acero inoxidable DN 50 accionada con actuador eléctrico monofásico	325	3	975,00
9-3-1	Ud	Válvula bola de acero inoxidable 2P 2 1/2 " accionada con actuador eléctrico monofásico	215,08	1	215,08
9-4-1	Ud	Válvula de bola 3 vías de acero inoxidable 2 1/2" accionada con actuador eléctrico monofásico	261	2	522
MT43ACR220A	Ud	Regulador de presión con válvula de seguridad por exceso de presión de 300 mbar de presión máxima y rearme manual, de 5 m ³ /h de caudal máximo, de 0,5 a 4 bar de presión de entrada y 150 mbar de presión de salida, ICG 01 a 011, UNE 60670-4.	28,13	1	28,13
PSESAA03268	Ud	Válvula bola de acero inoxidable 2P 2" N con actuador eléctrico	112,60		
PSESAA05053	Ud	Válvula de retención INOX-CHECK DN50	39,06	6	234,36
MT37WWW00	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	451,43	1,40	632,00
6-3-1	M2	Chapa de acero precolada en ocre de 0,6 mm de espesor.	11,77	407,89	4.800,87
14-2-1	Ud	Caldera de combustión de biogás, eficiencia térmica 84.8 % y potencia térmica útil de 240 kW, con un diámetro del tubo de ventilación de 200 mm	10.944,50	1	1
14-5-1	Ud	Módulo de cogeneración con unidad de cogeneración Potencia eléctrica 210 kW (rendimiento eléctrico a plena	256.000,00	1	256.000,00

		carga de 39,5 %) y potencia térmica útil de 225 kW (rendimiento térmico a plena carga de 38,2%). consumo máximo de biogás de 88,5 Nm ³ /h y presión de conexión de gas de operación entre 20 y 100 mbar			
9-10-1	Ud	Antorcha de seguridad de llama oculta para la combustión de biogás con contenido en metano de 50-75%. Caudal de gas hasta 120 m ³ /h (C.N). Capacidad del quemador de 900 kW y consumo eléctrico de 1kW	10.256,80	1	10.256,80
9-12-1	Ud	Gasómetro de doble membrana en EPDM. Volumen de acumulación de 1043,39 m ³	81.400,00	1	81.400,00
10-1-1	Ud	Agitador horizontal para digestor anaerobio de acero inoxidable AISI 316, monobloque , propulsor autolimpiante, motor sumergible y eje horizontal. Protección contra explosiones (ATEX IISG T4). Potencia del motor: 3.2 kW, velocidad de giro de 900 rpm, frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1,441 (AISI 316).	4.236,25	3	12.708,75
10-2-1	Ud	Agitador de montaje lateral con cierre mecánico simple de carburo de silicio de acero inoxidable AISI 316. Potencia del motor 3,2 kW, velocidad de giro de 290 rpm y Frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1.441 (AISI 316).	3.523,63	1	3.523,63
11-1-1	Ud	Dosificador de paja con capacidad para albergar 17 m ³ con liberación de paja a través de cuchilla dosificadora, incluye sistema de pesaje y dispositivo de control conectado a la unidad. Potencia del motor: 11 kW	15.322,41	1	15.322,41
11-2-1	Ud	Tornillo sin fin encargado del transporte de la paja desde el deshumidificador hasta el tanque de mezclado de 3,5 m de altura, caudal máximo de 12 m ³ /h. Potencia del motor	10.236,23	1	10.236,23

		de 2.5 kW			
12-1-1	Ud	Software SCADA de supervisión y operación con WINCC o similar, en el que se integran todos los elementos a controlar	30.000,16	1	30.000,16
12-1-2	Ud	Cuadro de control para la realización de las funciones de control.	19.000,77	1	19.000,77
12-3-1	Ud	Sonda de nivel para el control de nivel en tanque de mezclado y digestor. Funcionamiento mediante radar pulsado, rango de medida entre 0-20 y retransmisión 4-20 mA.	1.271,71	2	2.543,42
12-4-1	Ud	Caudalímetro electromagnético	1.408,44	3	4.225,32
12-7-1	Ud	Analizador de biogás	3.415,27	1	3.415,27
12-8-1	Ud	Transmisor universal	525,00	1	525,00
12-8-2	Ud	Sonda de temperatura	75,87	1	75,87
12-8-3	Ud	Sonda de potencial redox	102,33	1	102,33
12-8-4	Ud	Sonda de medición de pH	102,33	1	102,33
5-4-1	Ud	Cubierta flotante 1272,23 m ³ para balsa de geomembrana de polipropileno armado de 1,4 mm de espesor, color ocre,	12.772,30	1	12.772,30
Importe total			768.871,53 €		

En Soria a 21 de julio de 2019

Fdo. : Alberto Barrio Pérez.

2.3. Cuadro de precios nº3: Precio de unidades de obra (precios en letra).

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

D02AA501 1.001	M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	
--------------------------	--	--

1.126,29

Mil ciento veintiséis euros con veintinueve céntimos

D02HF050 1.002	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS C/AGOT. T.F. M3. Excavación mecánica de zanjas de cimentación, en terreno de consistencia floja, con extracción de tierra a los bordes y con agotamiento de aguas, i/p.p. de costes indirectos.	
--------------------------	---	--

21.916,30

Veintiún mil novecientos dieciséis euros con treinta céntimos

D02HF105 1.003	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. T.F. M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.	
--------------------------	--	--

5.811,05

Cinco mil ochocientos once euros con cinco céntimos

D23KJO25 1.004	Ud Replanteo Replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación. Incluye instrumentación necesaria para el proceso.	
--------------------------	--	--

213,22

Doscientos trece euros con veintidós céntimos

1.5 1.005	M3 Relleno de zanjas con cama de arena fina M3. Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.	
---------------------	--	--

1.610,96

Mil seiscientos diez un euro con noventa y seis céntimos

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
1.6 1.006	M3 Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza M3. Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.	19.692,37
	Diecinueve mil seiscientos noventa y dos euros con treinta y siete céntimos.	
D02VK001 1.007	M3 TRANS. TIERRAS < 10 KM. CARG. MAN. M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total de hasta 10 km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios manuales y p.p. de costes indirectos.	999,89
	Dos mil cuatrocientos cincuenta y cuatro euros con veintitrés céntimos	
50.885,77		
TOTAL CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....		Cincuenta mil ochocientos ochenta y cinco euros con setenta y siete céntimos

=====

=====

CAPÍTULO C02 DEMOLICIÓN

D01KG020 2.001	M2 DEMOL. SOLERA HORM. 15 CM. C/COM. M2. Demolición de solera de hormigón en masa, de 15 cm. de espesor, con martillo compresor de 2.000 l/min., i/retirada de escombros a pie de carga, maquinaria auxiliar de obra y p.p. de costes indirectos, según NTE/ADD-19.	258,47
	Doscientos cincuenta y ocho euros con cuarenta y siete céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

258,47

TOTAL CAPÍTULO C02 DEMOLICIÓN. Doscientos cincuenta y ocho euros con cuarenta y siete céntimos

=====

=====

CAPÍTULO C03 CIMENTACIÓN

D04EF161 3.001	M3 HOR. LIMP. HM-20/P/40/ IIa CEN. V. GRÚA M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.	8.281,47
--------------------------	---	----------

Ocho mil doscientos ochenta y un con cuarenta y siete

CHH030 3.002	M3 HOR. HA-30/B/20/IIa+Qb CEN. SR. BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.	38.077,84
------------------------	---	-----------

Treinta y ocho mil setenta y siete con ochenta y cuatro céntimos

CHH031 3.003	M3 HOR. HA-30/B/20/IV BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.	1.472,39
------------------------	---	----------

Mil cuatrocientos setenta y dos euros con treinta y nueve céntimos

CHH032 3.004	M3 HOR. HA-25/B/20/IIb BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IIb fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.	4.754,44
------------------------	---	----------

Cuarenta y siete con cuarenta y cuatro

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
CHH033 3.005	M3 HOR. HA-30/B/20/IV BOM M3. Hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido desde camión para formación de zapata corrida de cimentación.	13.493,16
	Cuatro mil setecientos cincuenta y cuatro euros con cuarenta y cuatro céntimos	
D04AA001 3.006	Kg ACERO CORRUGADO B 500-S kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	14.307,14
	Catorce mil trescientos siete euros con catorce céntimos	
D04AA201 3.007	Kg ACERO CORRUGADO B 400-S Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	17.495,04
	Diecisiete mil cuatrocientos noventa y cinco euros con cuatro céntimos	
D04CA101 3.008	M2 ENCOFRADO MADERA ZAPATAS M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas.	1.293,62
	Mil doscientos noventa y tres euros con sesenta y dos céntimos	
D04CS001 3.009	M2 ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTAC. M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 8 posturas.	5.903,89
	Cinco mil novecientos tres euros con ochenta y nueve céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

105.078,99

TOTAL CAPÍTULO C03 CIMENTACIÓN. Ciento cinco mil setenta y ocho euros con noventa y nueve céntimos

=====

CAPÍTULO C04 ESTRUCTURA

D04GX407 4.001	M3 HOR. HA-30/B/20/IIa + QB MUROS BOM M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/20/ IIa + QB N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.	32.328,78
--------------------------	---	-----------

Treinta y dos mil trescientos veintiocho con setenta euros y ocho céntimos

D04GX408 4.002	M3 HOR. HA-30/B/20/IV MUROS BOM M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/20/ IV N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.	15.723,11
--------------------------	---	-----------

Quince mil setecientos veintitrés euros con once céntimos

D04AA201 4.003	Kg ACERO CORRUGADO B 400-S Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	14.143,40
--------------------------	---	-----------

Catorce mil ciento cuarenta y tres euros con cuarenta céntimos

D04CX501 4.004	M2 ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00 m2. de superficie, considerando 8 posturas, i/aplicación de desencofrante.	22.190,69
--------------------------	---	-----------

Veintidós mil ciento noventa euros con sesenta y nueve céntimos

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D04AA001 4.005	Kg ACERO CORRUGADO B 500-S Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	8.533,00
	Ocho mil quinientos treinta euros y tres con cero céntimos	
EAV010 4.006	Kg ACERO LAMINADO 10025 S275JR kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.	3.525,73
	Tres mil quinientos veinticinco euros con setenta y tres céntimos	

96.444,71

TOTAL CAPÍTULO C04 ESTRUCTURA..... Noventa y seis mil cuatrocientos cuarenta y cuatro euros con setenta y un céntimos

=====

=====

CAPÍTULO C05 AISLAMIENTO E IMPEMEABILIZACIÓN

D17UA010 5.001	M2 IMPERM. GEOT+PVC MIPOPLAST 2052/8 M2. Impermeabilización de balsas, estanques, lagos artificiales, vertederos, etc., constituida por: geotextil antipunzonante de 250 gr/m2, colocado sobre el terreno compactado o vaso de hormigón; lámina de PVC MIPOPLAST 2052/8 color negro, de 0,95 mm. de espesor, no armada, resistente a los rayos UV, microorganismos y raíces, convenientemente soldada térmicamente con solapes de 10 cm., sellando posteriormente las uniones con PVC líquido Sika Trocal; geotextil de polipropileno de 140 gr/m2.; lista para recibir capa de protección de arena, grava u hormigón.	3.194,14
	Tres mil ciento noventa y cuatro euros con catorce céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
NAI010 5.002	M2 AISLA TERM. VIDRIO CELULAR M2. Aislamiento térmico horizontal de losa de cimentación, formado por panel de vidrio celular, de 600x450 mm y 100 mm de espesor, según UNE-EN 13167, resistencia a compresión \geq 1600 kPa, resistencia térmica 0,71 m ² K/W, conductividad térmica 0,05 W/(mK) y Euroclase A1 de reacción al fuego; colocado a tope en la base de la losa, sobre una capa de hormigón de limpieza; previa aplicación de adhesivo bituminoso, formado por una disolución de betún asfáltico modificado y cargas minerales en base solvente, de aplicación en frío con un rendimiento de 1,75 kg/m ² , sobre la superficie del hormigón endurecido; preparado para la posterior impermeabilización de la losa de hormigón. Incluso adhesivo bituminoso para sellado de juntas.	24.484,00

Veinticuatro mil cuatrocientos ochenta y cuatro euros con cero céntimos

NAF040 5.003	M2 AISLA TERM. POLIESTIRENO EXPANDIDO M2. Aislamiento térmico por el exterior en fachada ventilada, formado por panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, resistencia térmica \varnothing , conductividad térmica 0,029 W/(mK), colocado a tope y fijado mecánicamente.	8.307,53
------------------------	--	----------

Ocho mil trescientos siete euros con cincuenta y tres céntimos

NAF040 5.004	Ud CUBIERTA FLOTANTE 1272,23 M2 Ud. Cubierta flotante para balsa de geomembrana de polipropileno, Armado de 1,14 mm de espesor, calor ocre. Incluye los siguientes Elementos: - Línea de contrapesos en polipropileno color ocre. - Ventosas de aireación requeridas. - Boca de acceso completamente de aluminio. Unidad completamente instalada y probada.	13.103,97
------------------------	---	-----------

Trece mil ciento tres euros con noventa y siete céntimos

49.089,64

TOTAL CAPÍTULO C05 AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN.
Cuarenta y nueve mil ochenta y nueve euros con sesenta y cuatro céntimos.

=====

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

CAPÍTULO C06 ALBALIÑERÍA Y REVESTIMINETOS

RIP020 6.001	M2 REVESTIMIENTO M2. Aplicación manual de dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir, (rendimiento: 0,1 l/m ² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de hormigón, vertical, de más de 3 m de altura. El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares.	1.232,78
------------------------	--	----------

Mil doscientos treinta y dos euros con setenta y ocho céntimos

D35EE040 6.002	Kg PIN. INTUMESCENTE S/ESTRUCT. 90 MIN. Kg. Pintura intumescente de resinas de polimerización especial de Procolor o similar sobre estructura metálica con un espesor mínimo de 400 micras, i/limpieza y capa antioxidante, con una resistencia al fuego mínimo de noventa minutos (precio por kilo de perfil).	969,58
--------------------------	---	--------

Novecientos sesenta y nueve euros con cincuenta y ocho céntimos

6.3 6.003	M2 CHAPA DE ACERO DE ESPESOR 0,6 mm Chapa de acero precolada en verde de 0,6 mm de espesor. Instalación mediante rastreles atornillados al depósito. Incluye parte proporcional a la estructura auxiliar, accesorios, sistemas de sujeción y recortes necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalada.	4.800,87
---------------------	--	----------

Cuatro mil ochocientos euros con ochenta y siete céntimos

7.003,23

TOTAL CAPÍTULO C06 ALBALIÑERÍA Y REVESTIMINETOS.Siete mil tres euros con veintitrés céntimos

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

CAPÍTULO C07 INSTALACION HIDRÁULICA

EM0054 7.001	Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN INOX-CHECK DN 50 Ud. Válvula de retención con doble clapeta. Temperatura máx. 100°C, presión máx. 16 bar, medida DN50 43x109 mm, peso 1,5 kg, cuerpo de fundición gris GG-25, clapeta de acero inoxidable AISI-304, eje y muelle de acero inoxidable y asiento de EPDM, CTE. DB-HS Salubridad. Montaje tipo WAFER entre bridas DIN2502 (PN-16). Totalmente montada, conexionada y probada.	180,82
	Ciento ochenta euros con ochenta y dos céntimos	
EM0061 7.002	M CONDUCCIÓN PE100 DN 50 M. Conducción de polietileno de alta densidad PE100, de 50 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR; instalación enterrada en zanja, recubierta de arena según NTE-IFR/9, i/aporte de material, reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad.	609,22
	Seiscientos nueve euros con veintidós céntimos	
EM0057 7.003	Ud VÁLVULA BOLA INOX 2P 2" Ud. Válvula de bola de acero inoxidable accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", dimensiones 50x121x97x192 mm, cuerpo, bola y eje de acero inoxidable AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado (2 piezas). Totalmente montada, conexionada y probada.	1.077,99
	Mil setenta y siete euros con noventa y nueve céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
7.4 7.004	Ud BOMBA SUMERGIBLE Ud. Bomba hidráulica para purín, capaz de elevar 5 m3/h a una altura de 11,27 m, con motor estanco al purín y sumergible. PN: 0.6 kW. Tornillería en contacto con el líquido de acero inoxidable AISI 316. Incluido el sistema de acoplamiento fijado con pedestal. Totalmente montada, conexionada y probada.	2.773,36

Dos mil setecientos setenta y tres euros con treinta y seis céntimos

4.641,39

TOTAL CAPÍTULO C06 ALBALIÑERÍA Y REVESTIMINETOS. . . .Cuatro mil seiscientos cuarenta y un con treinta y nueve euros.

=====

CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

8.1 8.001	M CONDUCCIÓN INOX DN 32 M. Tubería de acero inoxidable AISI 316, incluso parte proporcional de uniones y accesorios, DN 32 siendo su diámetro exterior de 42,16 mm y un espesor de 3,556mm. Reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad. Unidad totalmente ejecutada y probada ANSI B31.1 del código ASME.	1.731,59
---------------------	---	----------

Mil setecientos treinta y un euros con cincuenta y nueve céntimos

8.2 8.002	M CONDUCCIÓN INOX DN 38 M. Tubería de acero inoxidable AISI 316, incluso parte proporcional de uniones y accesorios, DN 38 siendo su diámetro exterior de 48.26 y un espesor de 3.556. Reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad y unidad totalmente ejecutada y probada. ANSI B31.1 del código ASME.	9.894,03
---------------------	--	----------

Nueve mil ochocientos noventa y cuatro euros con tres céntimos.

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
8.3 Ud 8.003	VÁLVULA DE RETENCIÓN INOX-CHECK DN 50 Ud. Ud. Válvula de retención con doble clapeta. Temperatura máx. 100°C, presión máx. 16 bar, medida DN50 43x109 mm, peso 1,5 kg, cuerpo de fundición gris GG-25, clapeta de acero inoxidable AISI-304, eje y muelle de acero inoxidable y asiento de EPDM, CTE. DB-HS Salubridad. Montaje tipo WAFER entre bridas DIN2502 (PN-16). Totalmente montada, conexionada y probada.	100,36
	Cien euros con treinta y seis céntimos	
IFW060 8.004	Ud VÁLVULA REGULADORA DE PRESION LATON DN 50 Válvula limitadora de presión de latón, de 2" DN 50 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, CTE. DB-HS Salubridad. Totalmente montada, conexionada y probada.	21,50
	Veintiún euros con cincuenta céntimos.	
8.5 8.005	Ud VALVULA DE BOLA 3 VIAS INOX 2" Ud. Válvula de bola de acero inoxidable de 3 vías en "T" accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", cuerpo, bola y eje de acero inox. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inox. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado. Totalmente montada, conexionada y probada.	3.051,27
	Tres mil cincuenta y un euros con veintisiete céntimos	
NAA010 8.006	M AISLAMIENTO TERMICO CONDUCCIÓN DN 32 M. Aislamiento térmico de tubería en instalación exterior de calefacción, colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42,0 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor, protección con emulsión asfáltica y revestimiento de chapa de aluminio.	1.533,29
	Mil quinientos treinta y tres euros con veintinueve céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
NAA011 8.007	M AISLAMIENTO TÉRMICO CONDUCCIÓN DN 38 M. Aislamiento térmico de tubería en instalación exterior de calefacción, colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 48,0 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor, protección con emulsión asfáltica y revestimiento de chapa de aluminio.	7.976,76

Siete mil novecientos setenta y seis euros con setenta y seis céntimos.

8.8 8.008	Ud INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS Ud. Intercambiador de calor de placas para el calentamiento del sustrato a introducir en el digestor, formado por placas de espesor de 0.4 mm de acero inoxidable AISI 316 con juntas de nitrilo tipo clip con un área de intercambio de 2.5 m2. Totalmente instalado, conexionado y probado.	575,47
---------------------	--	--------

Quinientos setenta y cinco euros con cuarenta y siete céntimos

24.884,27

TOTAL CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....Veinticuatro mil ochocientos ochenta y cuatro euros con veintisiete céntimos.

=====

CAPÍTULO C09 INSTALACIÓN DE GAS

9.1 9.001	M CONDUCCIÓN PE100 DN63 M. Conducción de polietileno de alta densidad (PE100), de 63 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR. Totalmente colocada y probada.	265,56
---------------------	--	--------

Doscientos sesenta y cinco euros con cincuenta y seis céntimos

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
9.2 9.002	M COMDUCCIÓN PE100 DN 40 M. Conducción de polietileno de alta densidad (PE100), de 40 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR. Totalmente colocada y probada.	32,18
	Treinta y dos euros con dieciocho céntimos	
9.3 9.003	Ud VÁLVULA BOLA INOX 2P 2 1/2" Ud. Válvula de bola de acero inoxidable accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2 1/2", dimensiones 5x145x135x244 mm, cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado (2 piezas).	231,48
	Treinta y dos euros con dieciocho céntimos	
9.4 9.004	Ud VALVULA DE BOLA 3 VIAS INOX 2 1/2 " Ud. Válvula de bola de acero inoxidable de 3 vías en "T" accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado.	557,56
	Quinientos cincuenta y siete euros con cincuenta y seis céntimos	
IGW008 9.005	Ud VALVULA REGULADORA DE GAS Ud. Regulador de presión con válvula de seguridad por exceso de presión de 300 mbar de presión máxima y rearme manual, de 5 m ³ /h de caudal máximo, de 0,5 a 4 bar de presión de entrada y 150 mbar de presión de salida, ICG 01 a 011, UNE 60670-4. Totalmente montada, conexionada y probada.	38,44
	Treinta y ocho euros con cuarenta y cuatro céntimos.	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
9.6 9.006	Ud POZO DE CONDENSADOS 50I Ud. Suministro e instalación de Pozo de condensados para recogida de agua de condensación en tuberías, con eliminación automática por medido de sifón. Incluida conexión a línea de gas y mano de obra de la instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.	3.583,08
	Tres mil quinientos ochenta y tres euros con ocho céntimos	
9.7 9.007	Ud COLUMNA DE DESULFURACIÓN Ud. Torre totalmente hermética de fibra de vidrio con filtro para el absorbente comercial, con tapa de recambio de material absorbente. Volumen total de la torre de 3,98 m2, con un diámetro de 1,07 m y una altura de 4,42 m. Incluido soporte de anclaje al suelo, conexión a línea de gas y mano de obra de la instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.	9.007,03
	Nueve mil siete euros con tres céntimos	
9.8 9.008	Ud DESHUMIDIFICADOR Ud. Suministro e instalación de deshumidificador para una capacidad de 236 m3/h a 35 °C. Potencia eléctrica del enfriador: 7kW. Incluye todos los elementos necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.	18.228,44
	Dieciocho mil doscientos veintiocho euros con cuarenta y cuatro céntimos	
9.9 9.009	Ud SOPLANTE DE AIRE Ud. Soplante de aire monoetapa con presión máxima de impulsión 150 mbar, potencia 1,5 kW y caudal máximo de 219 m3/h. Certificado ATEX. Totalmente conexionado, instalado y probado.	1.912,18
	Mil novecientos doce euros con dieciocho céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

9.10 9.010	Ud ANTORCHA DE SEGURIDAD Ud. Antorcha de seguridad de llama oculta para la combustión de biogás con contenido en metano de 50-75%. Caudal de gas hasta 120 m3/h (C.N). Capacidad del quemador de 900 kW y consumo eléctrico de 1kW. Incluye apagallamas, válvula de cierre rápido, válvula reguladora de presión, accesorios y parte proporcional a accesorios. Totalmente instalada, conexionada y probada.	10.759,09
----------------------	--	-----------

Diez mil setecientos cincuenta y nueve con nueve

9.11 9.011	Ud VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN Ud. Válvula de alivio de presión para evitar cambio de presión en la membrana, función de parallamas. Apertura de válvula con presión consigna establecida de 20 mbar. Totalmente instalada, y probada.	1.551,84
----------------------	---	----------

Mil quinientos cincuenta y un euros con ochenta y cuatro céntimos

9.12 9.012	Ud GASOMETRO Ud. suministro e instalación de gasómetro de doble membrana en EPDM. Volumen de acumulación de 1043,39 m3. Aparte del gasómetro incluye lo siguiente: - Sistema de limitación de bajada mediante cintas - Todos los elementos auxiliares necesarios para la colocación de gasómetro. - Sistema aislante termo-acústico compuesto por una lámina de aluminio puro, protegido por barniz NC, encerrada en el interior de una burbuja de aire seco estanco y de una espuma de polietileno de 5 mm, resistencia térmica de 1.35 m ² K/W y una conductividad térmica de 0.025 W/mk, colocado a tope sobre la parte interior de la membrana interior con la aplicación de un aditivo bituminoso. - Mano de obra, equipos auxiliares y ayudas de albañilería. Totalmente montado y probado.	83.842,00
----------------------	---	-----------

Ochenta y tres mil ochocientos cuarenta euros y dos con cero céntimos

130.047,32

TOTAL CAPÍTULO C09 INSTALACIÓN DE GAS. Ciento treinta mil cuarenta y siete euros con treinta y dos céntimos

=====

=====

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

CAPÍTULO C10 INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGITACIÓN

10.1 10.001	Ud AGITADOR DIGESTOR ANAEROBIO Ud. Agitador horizontal para digestor anaerobio de acero inoxidable AISI 316, monobloque, propulsor autolimpiante, motor sumergible y eje horizontal. Protección contra explosiones (ATEX IISG T4). Potencia del motor: 3.2 kW, velocidad de giro de 900 rpm, frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1,441 (AISI 316). Incluye todo lo necesario para la instalación y sistema de soporte. Completamente montado y probado	13.507,83
-----------------------	--	-----------

Trece mil quinientos siete euros con ochenta y seis céntimos

10.2 10.002	Ud AGITADOR TANQUE DE MEZCLADO Ud. Agitador de montaje lateral con cierre mecánico simple de carburo de silicio de acero inoxidable AISI 316. Potencia del motor 3,2 kW, velocidad de giro de 290 rpm y Frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1.441 (AISI 316). Incluye todo lo necesario para la instalación. Completamente probado y montado	3.768,62
-----------------------	--	----------

Tres mil setecientos sesenta y ocho euros con sesenta y dos céntimos

17.276,48

TOTAL CAPÍTULO C10 INSTALACIÓN DE SISTEMAS DEAGITACIÓN.....Diecisiete mil doscientos setenta y seis euros con cuarenta y ocho céntimos

=====

=====

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código Descripción Precio

CAPÍTULO C11 INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE LA PAJA

11.1 Ud DOSIFICADOR DE PAJA
11.001 Ud. Dosificador de paja con capacidad para albergar 17 m3 con liberación de paja a través de cuchilla dosificadora, incluye sistema de pesaje y dispositivo de control conectado a la unidad. Potencia del motor: 11 kW. Incluye todo lo necesario para la instalación. Totalmente montado y probado.
15.965,77

Quince mil novecientos sesenta y cinco euros con setenta y siete céntimos

11.2 Ud ELEVADOR
11.002 Ud. Tornillo sin fin encargado del transporte de la paja desde el deshumidificador hasta el tanque de mezclado de 3,5 m de altura, caudal máximo de 12 m3/h. Potencia del motor de 2.5 kW. Incluye todo lo necesario para la instalación. Totalmente montado y probado.
10.684,64

Diez mil seiscientos ochenta y cuatro euros con sesenta y cuatro céntimos

26.650,41

TOTAL CAPÍTULO C11 INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE LA PAJA. Veintiséis mil seiscientos cincuenta euros con cuarenta y un céntimo

=====

CAPÍTULO C12 INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

12.1 Ud SOFTWARE SCADA
12.001 Ud. Suministro e instalación de Software SCADA de supervisión y operación con WINCC o similar, en el que se integraran todos los elementos a controlar, formado por:
- Conjunto de pantallas de supervisión y visualización en tiempo real.
-Conjunto de pantallas de parámetros de funcionamiento.
- Conjunto de pantallas en tiempo real e históricos.
-Curvas de tendencias en tiempo real e históricos.

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
	<ul style="list-style-type: none"> - Histórico de energía y producciones. - Conexión remota mediante programa de control remoto PC basado en tecnología TCP/IP. Además, se incluye: <ul style="list-style-type: none"> -Licencia de software. -Modem GSM -Impresora -PC y monitor de 21" -Ingeniería de programación y puesta en marcha. 	36.037,81
	Treinta y seis mil treinta y siete euros con ochenta y un céntimo	
12.2	Ud Cuadro de control	
12.002	Ud. Suministro e instalación de Cuadro de control para la realización de las funciones de control. Cuadro de control dotado de: <ul style="list-style-type: none"> - Automata programable (PLC) con sus correspondientes módulos de entrada/salida analógicas y digitales, software, pruebas y puesta a punto de la instalación. -Tarjetas de entrada/salida con separación siendo la separación el número suficiente para recoger todas las señales provenientes de la planta. -Tanto hardware y software se adaptarán a las Especificaciones correspondientes y a lo que dictamine en su momento el Director de Obra. -El autómata dispone de una tarjeta de comunicación Ethernet para fibra óptica, para el enlace con el ordenador del sistema SCADA. Unidad completamente montada y probada	23.381,79
	Veintitrés mil trescientos ochenta y un euros con setenta y nueve céntimos	
12.3	Ud SONDA DE NIVEL	
12.003	Ud. Sonda de nivel para el control de nivel en tanque de mezclado y digestor. Funcionamiento mediante radar pulsado, rango de medida entre 0-20 y retransmisión 4-20 mA. Totalmente instalado y probado.	2.619,72
	Dos mil seiscientos diecinueve euros con setenta y dos céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
12.4 12.004	Ud CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO Ud. Caudalímetro para el control del caudal de las diferentes líneas hidráulicas de la planta. Incluye: -Transmisor: Precisión de medida de $0,4 \pm 1$ mm/s y rango de media de 4-20 mA. -Sensor: Rango de medida 0 a 10 m/s, precisión de medida $0,2 \pm 2,5$ mm/s. Totalmente instalado y probado.	4.352,07
	Cuatro mil trescientos cincuenta y dos con siete	
12.5 12.005	Ud CAUDALIMETRO BIOGÁS Ud. Equipos de medida de caudal de biogás, con transmisor electrónico de presión diferencial. Señal de salida 4-20 mA. Incluido soporte de montaje. Totalmente instalado y probado.	5.164,22
	Cinco mil ciento sesenta y cuatro euros con veintidós céntimos	
12.6 12.006	Ud SENSOR DE PRESIÓN Ud. Equipo de medida de presión de biogás, con transmisor electrónico de presión diferencial. Señal de salida 4-20 mA. Totalmente instalado y probado.	5.164,22
	Cinco mil ciento sesenta y cuatro euros con veintidós céntimos	
12.7 12.007	Ud ANALIZADOR DE BIOGAS Ud. Suministro e instalación de analizador de biogás con sensores para la medición de metano, oxígeno, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno. Totalmente instalado y probado.	3.415,27
	Tres mil cuatrocientos quince euros con veintisiete céntimos	
12.8 12.008	Ud MEDIDOR DE TEMPERATURA, POTENCIAL REDOX Y pH Ud. Medidor de temperatura, pH y potencial redox del interior del digestor, incluyendo los siguientes componentes: -Transmisor: Rango de medida 4-20 mA. -Sonda de temperatura: Sonda de temperatura tipo Pt100 con rango de medición de -40 a 60 °C. -Sonda para la medición de potencial redox: Rango de medición -1500 mV a 1500 mV. -Sonda para la medición de pH: Rango de medición de 0-14.	829,70
	Ochocientos veintinueve euros con setenta céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

12.9	M CABLEADO DE DATOS	
12.009	M. Cable EXZHELLENT señal Z102Z1-K (AS) 300/500 V 2x1, 5mm ² .Con conductor de Cu Clase 5 y aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE); pantalla de aluminio de poliéster de drenaje de cobre estañado y cubierta de Poliofina. Incluye pequeño material eléctrico. Norma constructiva y ensayos UNE-EN 60332-1-2. Completamente instalado, montado y conexionado.	
		11.698,96

Once mil seiscientos noventa y ocho euros con noventa y seis céntimos

12.10	M TUBOS CORRUGADOS	
12.010	M. Tubo corrugado parala protección de cableado de señal. Diámetro exterior 110 mm, con grado de protección IP54, color naranja y resistencia a compresión >450 N. Completamente instalado y montado.	
		2.700,96

Dos mil setecientos con noventa euros y seis céntimos

95.364,72

TOTAL CAPÍTULO C12 INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....Noventa y cinco mil trescientos sesenta y cuatro euros con setenta y dos céntimos

=====

CAPÍTULO C13 INSTALACIÓN ELECTRICA

IEH010	M CABLE 2 x 2,5 mm2 CON AISLAMIENTO	
13.001	M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	
		138,59

Ciento treinta y ocho euros con cincuenta y nueve céntimos

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
IEH011 13.002	M CABLE 2 X 4 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	50,01
	Cincuenta euros con un céntimo	
IEH012 13.003	M CABLE 2 X 10 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 10 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	75,06
	Setenta y cinco euros con seis céntimos	
IEH013 13.004	M CABLE 3 x 2,5 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.	316,06
	Trescientos dieciséis euros con seis céntimos	
IEH014 13.005	M CABLE 3 x 10 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.	51,25
	Cincuenta y un euro con veinticinco céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
IEH015 13.006	M CABLE 3 x 16 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 16 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	367,28
	Trescientos sesenta y siete euros con veintiocho céntimos	
IEH016 13.007	M CABLE 3x25 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 25 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	510,93
	Quinientos diez con noventa y tres	
IEH017 13.008	M CABLE 4x35 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 x 35 m2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.	79.776,65
	Setente y nueve mil setecientos setenta y seis euros con sesenta y cinco céntimos.	
13.10 13.009	M ELECTRODO DE TOMA DE TIERRA GENERAL M. Cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección para toma de tierra, incluye cableado de unión de los distintos elementos conexionados a esta toma (cable con aislamiento de PVC) . Totalmente instalado y probado.	1.402,00
	Mil cuatrocientos dos euros con cero céntimos	
D27GA001 13.010	Ud TOMA DE TIERRA (PICA) Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18	94,98
	Noventa y cuatro euros con noventa y ocho céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
13.12 13.011	M CINTA DE SELAÑILAZIÓN M. Cinta de señalización de cables enterrados. Totalmente instalada	431,97
	Cuatrocientos treinta y un euros con noventa y siete céntimos	
13.13 13.012	Ud CONTADOR BIDIRECCIONAL Ud. Contador bidireccional encargado de la medición de la energía generada en la unidad de cogeneración, tensión de alimentación 400V, grado de protección IP20, precisión de energía activa Clase 1 UNE-EN 62053-21, precisión de energía activa Clase 2 UNE-EN 62053-23. Unidad totalmente instalada incluyendo el cableado, el conexionado y caja de protección.	264,71
	Doscientos sesenta y cuatro euros con setenta y un céntimos	
13.14 13.013	Ud CUADRO ELECTRICO DE BAJA TENSIÓN Ud. Cuadro eléctrico de baja tensión, equipado con bornes de conexión, formado por caja de doble aislamiento de empotrar, con puesta de 12 elementos, perfil omega y embarrado de protección. Incluye todos los elementos de corte y protección (fusibles de protección, interruptores magnetotérmicos y diferenciales) necesarios para su correcto funcionamiento, así como el material auxiliar necesario para la realización de la instalación. Unidad completamente instalada y rotulada incluyendo el cableado y conexionado.	993,66
	Novcientos noventa y tres euros con sesenta y seis céntimos	
13.16 13.014	Ud VARIADOR DE FRECUENCIA Ud. Variador de frecuencia, para bombas sumergibles, potencia 2,2 kW, máxima corriente de salida 6 A, potencia de trabajo del motor de la bomba 2,2 kW, voltaje de entrada 3 x 400 y voltaje de salida 3 x 400. Incluye cableado y caja de protección. Unidad totalmente instalada y conexionada.	3.555,98
	Tres mil quinientos cincuenta y cinco euros con noventa y ocho céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
IEO040 13.015	M BANDEJAS DE CABLE PERFORADAS M. Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC, color gris RAL 7035, con soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035. Cumple Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Completamente montado.	2.571,73
	Dos mil quinientos setenta y un euros con setenta y tres céntimos	
IEH018 13.016	M CABLE 2 X 16 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 16 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	180,20
	Ciento ochenta euros con veinte céntimos	
IEH019 13.017	M CABLE 3 X 4 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	54,48
	Cincuenta y cuatro euros con cuarenta y ocho céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
IEH020 13.018	M CABLE 3 X 95 mm2 CON AISLAMIENTO M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 95 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.	17.959,84

Diecisiete mil novecientos cincuenta y nueve euros con ochenta y cuatro euros.

108.795,38

TOTAL CAPÍTULO C13 INSTALACIÓN ELECTRICA. Ciento ocho mil setecientos noventa y cinco euros con treinta y ocho céntimos.

=====

CAPÍTULO C14 MODULO DE COGENERACIÓN Y CALDERA DE COMBUSTIÓN

14.1 14.001	Ud MODULO DE COGENERACIÓN Ud. Dos contenedores compactos totalmente insonorizados realizados de acero al carbono. Diseñados y fabricados para ubicarlos en instalaciones exteriores y para uso de biogás. El equipo principal de este módulo es el siguiente: - Unidad de cogeneración: Potencia eléctrica 210 kW (rendimiento eléctrico a plena carga de 39,5 %) y potencia térmica útil de 225 kW (rendimiento térmico a plena carga de 38,2%). consumo máximo de biogás de 88,5 Nm3/h y presión de conexión de gas de operación entre 20 y 100 mbar. Además, del equipo principal, el módulo de cogeneración incluye los siguientes elementos: -Cuadros de control eléctrico y protección del generador. -Cuadro eléctrico de baja tensión de equipos auxiliares. -Sistemas de seguridad. -Sistema de valvulería para garantizar el correcto funcionamiento y total, seguridad de la unidad de cogeneración. -Caldera de recuperación. -Chimenea y silenciador. -Elementos antivibratorios. -Disipadores de emergencia. -Rampa de biogás provista con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. -Elementos de impulsión para el agua caliente de caldera de
-----------------------	--

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
	recuperadora de manera que asegura la llegada del agua caliente a sus puntos de destino. El módulo de cogeneración irá totalmente instalado, conexionado y probado.	263.680,00

Doscientos sesenta y tres mil seiscientos ochenta euros con cero céntimos

14.2	Ud CALDERA DE COMBUSTIÓN	
14.002	Ud. Caldera de combustión de biogás, eficiencia térmica 84.8 % y potencia térmica útil de 240 kW, con un diámetro del tubo de ventilación de 200mm. Provista de los siguientes elementos: -Equipos de seguridad y valvulería necesarios para asegurar un correcto y seguro funcionamiento. -Elementos de impulsión del agua caliente generada en la caldera, de manera que se asegura la llegada de estas a sus puntos de destino. -Resto de pequeños materiales necesarios para su funcionamiento. La caldera de combustión irá totalmente instalada, conexionada y probada.	11.272,84

Once mil doscientos setenta y dos euros con ochenta y cuatro céntimos

274.952,84

TOTAL CAPÍTULO C14 MODULO DE COGENERACIÓN Y CALDERA DE COMBUSTIÓN.....Doscientos setenta y cuatro mil novecientos cincuenta euros y dos con ochenta y cuatro céntimos

=====

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

CAPÍTULO C15 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

D34AA006 15.001	Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.	138,15
---------------------------	---	--------

Ciento treinta y ocho euros con quince céntimos

D34AA505 15.002	Ud ARMARIO EXTINTOR CORREDERA Ud. Armario extintor 6/9 Kg, en chapa galvanizada pintado en rojo, con corredera con cristal, instalado según CTE/DB-SI 4.	117,27
---------------------------	--	--------

Ciento diecisiete euros con veintisiete céntimos

D34FG005 15.003	Ud PULSADOR DE ALARMA REARMABLE Ud. Pulsador de alarma tipo rearmarle, con tapa de plástico basculante totalmente instalado, i/p.p. de tubos y cableado, conexionado y probado, según CTE/DB-SI 4.	400,86
---------------------------	--	--------

Cuatrocientos euros con ochenta y seis céntimos

656,28

TOTAL CAPÍTULO C15 EXTINCIÓN DE INCENDIOS. Seiscientos cincuenta y seis euros con veintiocho céntimos

=====

=====

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
--------	-------------	--------

CAPÍTULO C16 SEGURIDAD Y SALUD

D41AA212 16.001	Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.	1.204,72
---------------------------	--	----------

Mil doscientos cuatro euros con setenta y dos

D41AA320 16.002	Ud ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	964,08
---------------------------	---	--------

Novcientos sesenta y cuatro euros con ocho céntimos

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41AA404 16.003	Ud ALQUILER CASETA ASEO 4,00X2,25 M. Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4,00x2,25 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventana de 0,80x0,80 m. de aluminio anodizado hoja de corredera, con reja y luna de 6 mm. Equipada con termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos platos de ducha y un lavabo corrido con tres grifos. Instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático magnetotérmico.	1.033,28
	Mil treinta y tres euros con veintiocho céntimos	
D41AA601 16.004	Ud ALQUILER CASETA PREFA. ALMACEN Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	883,76
	Ochocientos ochenta y tres euros con setenta y seis céntimos	
D41AA820 16.005	Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.	1.763,92
	Mil setecientos sesenta y tres euros con noventa y dos céntimos	
D41AG801 16.006	Ud BOTIQUIN DE OBRA Ud. Botiquín de obra instalado.	22,07
	Veintidós euros con siete céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41AE001 16.007	Ud ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.	102,44
	Ciento dos euros con cuarenta y cuatro céntimos	
D41CA260 16.008	Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM. Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	28,34
	Veintiocho euros treinta y cuatro céntimos	
D41CA252 16.009	Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	22,14
	Veintidós euros con catorce céntimos	
D41CA258 16.010	Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Ud. Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	22,14
	Veintidós euros con catorce euros.	
D41CC020 16.011	Ud VALLA DE OBRA CON TRÍPODE Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)	821,10
	Ochocientos veintiún euros con diez céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41CC230 16.012	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	332,94
	Trescientos treinta dos euros con noventa y cuatro.	
D41EA001 16.013	Ud CASCO DE SEGURIDAD Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.	42,70
	Cuarenta y dos euros con setenta céntimos.	
D41EA220 16.014	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	159,04
	Ciento cincuenta y nueve euros con cuatro céntimos	
D41EA215 16.015	Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE	280,24
	Doscientos ochenta euros con veinticuatro céntimos.	
D41EA230 16.016	Ud GAFAS ANTIPOLVO Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.	36,40
	Treinta y seis euros con cuarenta céntimos.	
D41EA401 16.017	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.	40,88
	Cuarenta euros con ochenta y ocho céntimos.	
D41EA410 16.018	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	9,94
	Nueve euros con noventa y cuatro céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41EC001 16.019	Ud MONO DE TRABAJO Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	199,50
	Ciento noventa y nueve euros con cincuenta céntimos.	
D41EC010 16.020	Ud IMPERMEABLE Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	72,52
	Catorce euros con cero céntimos	
D41EA601 16.021	Ud PROTECTORES AUDITIVOS Ud. Protectores auditivos, homologados.	113,82
	Ciento trece euros con ochenta y dos céntimos.	
D41EC401 16.022	Ud CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.	275,60
	Doscientos setenta y cinco euros con sesenta céntimos.	
D41EC440 16.023	Ud ARNÉS SEGURIDAD AMARRE DORSAL Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE.	109,60
	Ciento nueve euros con sesenta céntimos.	
D41EE014 16.024	Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.	437,50
	Cuatrocientos treinta y siete euros con cincuenta céntimos	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41EE010 16.025	Ud PAR GUANTES NEOPRENO 100% Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.	44,66
	Catorce euros con cero céntimos.	
D41EG001 16.026	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	108,22
	Ciento ocho euros con veintidós céntimos.	
D41EG010 16.027	Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.	310,10
	Trescientos diez euros con diez céntimos.	
D41GG310 16.028	Ud CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm ² ., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.	213,24
	Doscientos trece euros con veinticuatro céntimos.	
D41GG405 16.029	Ud EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado. Certificado por AENOR.	138,15
	Ciento treinta y ocho euros con quince céntimos.	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41IA001 16.030	Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.	1.165,40
	Mil ciento sesenta y cinco euros con cuarenta céntimos.	
D41IA020 16.031	Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE Hr. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	258,60
	Doscientos cincuenta y ocho euros sesenta céntimos.	
D41IA040 16.032	Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	2.201,56
	Dos mil doscientos un euro con cincuenta y seis céntimos.	
D41IA201 16.033	Hr EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV. H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	453,60
	Cuatrocientos cincuenta y tres euros con sesenta céntimos.	
D41IA210 16.034	Ud LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.	2.300,90
	Dos mil trescientos euros con noventa céntimos.	

Cuadro de precios nº 3: Precios de unidades de obra (precios en letra)

Código	Descripción	Precio
D41IA220 16.035	Hr CUADRILLA EN REPOSICIONES Hr. Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/costes indirectos.	661,80

Seiscientos sesenta y un euros con ochenta céntimos.

16.834,90

TOTAL CAPÍTULO C16 SEGURIDAD Y SALUD..... Dieciséis mil ochocientos treinta y cuatro con noventa (centavos o centésimos)

2.4. Cuadro de precios nº4: Precio de unidades de obra (precios descompuestos).

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

1.001 D02AA501 M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA

M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.

A03CA005	0,010	Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	54,90	0,55
%CI	0,006	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,02
TOTAL PARTIDA					0,57

1.002 D02HF050 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS C/AGOT. T.F.

M3. Excavación mecánica de zanjas de cimentación, en terreno de consistencia floja, con extracción de tierra a los bordes y con aagotamiento de aguas, i/p.p. de costes indirectos.

MO045	0,360	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obr	19,37	6,97
A03CF005	0,144	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	62,56	9,01
U02SM005	0,120	Hr	Grupo motobomba de 6 C.V.	6,40	0,77
%CI	0,168	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,50
TOTAL PARTIDA					17,25

1.003 D02HF105 M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. T.F.

M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja , i/posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.

MO045	0,300	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obr	19,37	5,81
A03CF005	0,110	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	62,56	6,88
%CI	0,127	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,38
TOTAL PARTIDA					13,07

1.004 D23KJO25 Ud Replanteo

Replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación.

UO1FX001	1,000	Hr	Titulado medio o de grado especialista en	30,46	30,46
TOTAL PARTIDA					30,46

1.05 1.5 M3 Relleno de zanjas con cama de arena fina

M3. Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.

U01AA011	0,300	Hr	Peón suelto	14,41	4,32
A03CF005	0,100	Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	62,56	6,26
1-5-3	0,300	Hr	Compactador manual	7,00	2,10
1-5-4	1,000	M3	Arena fina	2,47	2,47
%CI	0,152	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,46
TOTAL PARTIDA					15,61

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

1.06 1.6 M3 Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza

M3. Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una desidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.

U01AA011	0,500	Hr	Peón suelto	14,41	7,21
1-6-2	0,200	Hr	Camión cisterna de 8 m3 de capacidad	40,08	8,02
1-6-3	0,300	Hr	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,	41,00	12,30
1-6-4	0,300	Hr	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil	9,27	2,78
1-6-5	2,200	t	Zahorra natural caliza	8,66	19,05
%CI	0,494	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,48
TOTAL PARTIDA					50,84

1.07 D02VK001 Tn TRANS. TIERRAS < 10 KM. CARG. MAN.

M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total de hasta 10 km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios manuales y p.p. de costes indirectos.

MO045	0,450	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obr	19,37	8,72
A03FB010	0,190	Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	69,16	13,14
%CI	0,219	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,66
TOTAL PARTIDA					22,52

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C02 DEMOLICIÓN

2.001 D01KG020 M2 DEMOL. SOLERA HORM. 15 CM. C/COM.

M2. Demolición de solera de hormigón en masa, de 15 cm. de espesor, con martillo compresor de 2.000 l/min., i/retirada de escombros a pie de carga, maquinaria auxiliar de obra y p.p. de costes indirectos, según NTE/ADD-19.

U01AA011	0,530	Hr	Peón suelto	14,41	7,64
U02AK001	0,380	Hr	Martillo compresor 2.000 l/min	4,00	1,52
%CI	0,092	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,28
TOTAL PARTIDA					9,44

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C03 CIMENTACIÓN

3.001 D04EF161 M3 HOR. LIMP. HM-20/P/40/ Ila CEN. V. GRÚA

M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grua, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.

MO045	0,600	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obr	19,37	11,62
A03KB010	0,600	Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	6,60	3,96
A02FA513	1,000	M3	HORM. HM-20/P/40/ Ila CENTRAL	96,60	96,60
%CI	1,122	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,37
TOTAL PARTIDA					115,55

3.002 CHH030 M3 HOR. HA-30/B/20/Ila+Qb CEN. SR. BOM

M3. Hormigón HA-30/B/20/Ila+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.

MT10HAF01	1,050	M3	Hormigón HA-30/B/20/Ila+Qb, fabricado en central, con	106,45	111,77
MQ06BHE0	0,042	Hr	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de	169,73	7,13
MO045	0,050	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obr	19,37	0,97
MO092	0,121	Hr	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra d	18,29	2,21
%CI	1,221	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,66
TOTAL PARTIDA					125,74

3.003 CHH031 M3 HOR. HA-30/B/20/IV BOM

M3. Hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.

MT10HAF01	1,000	M3	Hormigón HA-30/B/20/IV, fabricado en central, con cem	92,90	92,90
MQ06BHE0	0,042	Hr	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de	169,73	7,13
MO045	0,050	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obr	19,37	0,97
MO092	0,121	Hr	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra d	18,29	2,21
%CI	1,032	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,10
TOTAL PARTIDA					106,31

3.04 CHH032 M3 HOR. HA-25/B/20/Ila BOM

M3. Hormigón HA-30/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.

MT10HAF01	1,050	M3	Hormigón HA-30/B/20/Ila, fabricado en central	82,85	86,99
MQ06BHE0	0,042	Hr	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de	169,73	7,13
MO045	0,050	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra	19,37	0,97
MO092	0,121	Hr	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra	18,29	2,21
%CI	0,973	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2,92
TOTAL PARTIDA					100,22

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS**3.05 CHH033 M3 HOR. HA-30/B/20/IV BOM**

M3. Hormigón HA-30/B/20/IV fabricado en central, y vertido desde camión para formación de zapata corrida de cimentación.

MT10HAF01	1,050	M3	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, con	106,45	111,77
MQ06BHE0	0,042	Hr	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de	169,73	7,13
MO045	0,050	Hr	Oficial de 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra	19,37	0,97
MO092	0,121	Hr	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra	18,29	2,21
%CI	1,221	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,66
TOTAL PARTIDA					125,74

3.06 D04AA001 Kg ACERO CORRUGADO B 500-S

Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

U01FA201	0,015	Hr	Oficial 1ª ferralla	18,00	0,27
U01FA204	0,015	Hr	Ayudante ferralla	16,50	0,25
U06AA001	0,005	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,01
U06GA001	1,050	Kg	Acero corrugado B 500-S	0,80	0,84
%CI	0,014	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,04
TOTAL PARTIDA					1,41

3.07 D04AA201 Kg ACERO CORRUGADO B 400-S

Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

U01FA201	0,015	Hr	Oficial 1ª ferralla	18,00	0,27
U01FA204	0,015	Hr	Ayudante ferralla	16,50	0,25
U06AA001	0,005	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,01
U06GG001	1,050	Kg	Acero corrugado B 400-S	0,68	0,71
%CI	0,012	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,04
TOTAL PARTIDA					1,28

3.08 D04CA101 M2 ENCOFRADO MADERA ZAPATAS

M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas.

U01FA103	0,350	Hr	Oficial 1ª encofrador	22,30	7,81
U01FA105	0,350	Hr	Ayudante encofrador	18,90	6,62
U07AI001	0,013	M3	Madera pino encofrar 26 mm.	136,00	1,77
U06AA001	0,115	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,13
U06DA010	0,060	Kg	Puntas plana 20x100	1,47	0,09
%CI	0,164	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,49
TOTAL PARTIDA					16,91

3.009 D04CS0 01 M2 ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTAC.

M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 8 posturas.

U01FA103	0,250	Hr	Oficial 1ª encofrador	22,30	5,58
U01FA105	0,250	Hr	Ayudante encofrador	18,90	4,73
U07AI001	0,005	M3	Madera pino encofrar 26 mm.	136,00	0,68
U06AA001	0,008	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,01
U06DA010	0,040	Kg	Puntas plana 20x100	1,47	0,06
%CI	0,111	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,33
TOTAL PARTIDA					11,39

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C04 ESTRUCTURA

4.01 D04GX407 M3 HOR. HA-30/B/20/IIa + QB MUROS BOM

M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/20/ IIa + QB N/mm², con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

U01AA011	0,500	Hr	Peón suelto	14,41	7,21
U04MX001	1,000	M3	Bombeado hormigón 56 a 75 M3	14,00	14,00
U04MX100	0,005	Ud	Despl.y Mont. camión bomba	131,40	0,66
MT10HAF01	1,000	M3	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, con	106,45	106,45
%CI	1,283	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,85
TOTAL PARTIDA					132,17

4.02 D04GX408 M3 HOR. HA-30/B/20/IV MUROS BOM

M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/20/ IV N/mm², con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, en relleno de muros de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.

MT10HAF01	1,000		Hormigón HA-30/B/20/IV, fabricado en central, con cem	92,90	92,90
U01AA011	0,500	Hr	Peón suelto	14,41	7,21
U04MX001	1,000	M3	Bombeado hormigón 56 a 75 M3	14,00	14,00
U04MX100	0,005	Ud	Despl.y Mont. camión bomba	131,40	0,66
%CI	1,148	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,44
TOTAL PARTIDA					118,21

4.03 D04AA201 Kg ACERO CORRUGADO B 400-S

Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

U01FA201	0,015	Hr	Oficial 1ª ferralla	18,00	0,27
U01FA204	0,015	Hr	Ayudante ferralla	16,50	0,25
U06AA001	0,005	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,01
U06GG001	1,050	Kg	Acero corrugado B 400-S	0,68	0,71
%CI	0,012	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,04
TOTAL PARTIDA					1,28

4.04 D04CX501 M2 ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C

M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00 m². de superficie, considerando 8 posturas, i/aplicación de desencofrante.

U01FA103	0,950	Hr	Oficial 1ª encofrador	22,30	21,19
U01FA105	0,950	Hr	Ayudante encofrador	18,90	17,96
U07GA005	2,200	M2	Tablero encofrar 25 mm. 4 p.	3,22	7,08
U07AI001	0,020	M3	Madera pino encofrar 26 mm.	136,00	2,72
U06AA001	0,600	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,68
U06DA010	0,360	Kg	Puntas plana 20x100	1,47	0,53
U04PQ001	0,200	Lt	Sika Parement	1,72	0,34
%CI	0,505	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,52
TOTAL PARTIDA					52,02

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

4.05 D04AA001 Kg ACERO CORRUGADO B 500-S

Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

U01FA201	0,015	Hr	Oficial 1ª ferralla	18,00	0,27
U01FA204	0,015	Hr	Ayudante ferralla	16,50	0,25
U06AA001	0,005	Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1,13	0,01
U06GA001	1,050	Kg	Acero corrugado B 500-S	0,80	0,84
%CI	0,014	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,04
TOTAL PARTIDA					1,41

4.06 EAV010 Kg ACERO LAMINADO 10025 S275JR

kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

MT07ALA01	1,000	kg	Acero laminado 10025 S275JR	0,96	0,96
MQ08SOL02	0,018	Hr	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	3,19	0,06
MO047	0,018	Hr	Oficial 1ª montador de estructura metálica	19,37	0,35
MO094	0,010	Hr	Ayudante montador de estructura metálica	18,29	0,18
%CI	0,016	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,05
TOTAL PARTIDA					1,60

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS**CAPÍTULO C05 AISLAMIENTO E IMPEMEABILIZACIÓN****5.001 D17UA010 M2 IMPERM. GEOT+PVC MIPOPLAST 2052/8**

M2. Impermeabilización de balsas, estanques, lagos artificiales, vertederos, etc., constituida por: geotextil antipunzonante de 250 gr/m², colocado sobre el terreno compactado o vaso de hormigón; lámina de PVC MIPOPLAST 2052/8 color negro, de 0,95 mm. de espesor, no armada, resistente a los rayos UV, microorganismos y raíces, convenientemente soldada térmicamente con solapes de 10 cm., sellando posteriormente las uniones con PVC líquido Sika Trocal; geotextil de polipropileno de 140 gr/m².; lista para recibir capa de protección de arena, grava u hormigón.

U01FP501	0,125	Hr	Oficial 1ª impermeabilizador	16,00	2,00
U01FP502	0,125	Hr	Ayudante impermeabilizador	14,20	1,78
U15EG025	1,050	M2	Geotextil COPSATEX 250 gr/m ²	1,14	1,20
U16DA002	1,100	M2	Lámina PVC Almapol 0,80 mm.	2,77	3,05
U16GA211	0,020	Kg	PVC líquido perfilador	10,52	0,21
U15EG042	1,050	M2	Geotextil poliprop. 140 gr/m ²	1,15	1,21
%CI	0,095	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,29
TOTAL PARTIDA					9,74

5.002 NAI010 M2 AISLA TERM. VIDRIO CELULAR

M2. Aislamiento térmico horizontal de losa de cimentación, formado por panel de vidrio celular, de 600x450 mm y 100 mm de espesor, según UNE-EN 13167, resistencia a compresión \geq 1600 kPa, resistencia térmica 0,71 m²K/W, conductividad térmica 0,05 W/(mK) y Euroclase A1 de reacción al fuego; colocado a tope en la base de la losa, sobre una capa de hormigón de limpieza; previa aplicación de adhesivo bituminoso, formado por una disolución de betún asfáltico modificado y cargas minerales en base solvente, de aplicación en frío con un rendimiento de 1,75 kg/m², sobre la superficie del hormigón endurecido; preparado para la posterior impermeabilización de la losa de hormigón. Incluso adhesivo bituminoso para sellado de juntas.

MT14ADG01	0,680	kg	Adhesivo bituminoso	12,86	8,74
MT16PVI030	1,000	M2	Panel de vidrio celular	58,20	58,20
MO054	0,151	Hr	Oficial 1ª montador de aislamientos	19,11	2,89
MO101	0,151	Hr	Ayudante de montador de aislamientos	17,53	2,65
%CI	0,725	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2,18
TOTAL PARTIDA					74,66

5.03 NAF040 M2 AISLA TERM. POLIESTIRENO EXPANDIDO

M2. Aislamiento térmico por el exterior en fachada ventilada, formado por panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, resistencia térmica \geq , conductividad térmica 0,029 W/(mK), colocado a tope y fijado mecánicamente.

MT16AAA02	0,250	Ud	Fijaciones mecánicas	0,50	0,13
MT16PEL01	1,000	M2	Panel rígido de poliestireno expandido	14,31	14,31
MO054	0,151	Hr	Oficial 1ª montador de aislamientos	19,11	2,89
MO101	0,151	Hr	Ayudante de montador de aislamientos	17,53	2,65
%CI	0,200	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,60
TOTAL PARTIDA					20,58

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

5.04 NAF041 Ud CUBIERTA FLOTANTE 1272,23 M2

Ud. Cubierta flotante para balsa de geomembrana de polipropileno armado de 1,14 mm de espesor, color ocre. Incluye los siguientes elementos:

- Linea de contrapesos en polipropileno armado color ocre.
- Ventosas de aireación requeridas.
- Boca de acceso completamente en aluminio.

Completamente instalada y probada

5-4-1	1,000	Ud	Cubierta flotante de 1272,23 m2 para balsa, incluye m	12.722,30	12.722,30
%CI	127,223	%	Costes indirectos.(s/total)	3,00	381,67
TOTAL PARTIDA					13.103,97

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C06 ALBALIÑERÍA Y REVESTIMIENTOS

6.01 RIP020 M2 REVESTIMIENTO

M2. Aplicación manual de dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir, (rendimiento: 0,1 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de hormigón, vertical, de más de 3 m de altura. El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares.

MT27PFP01	0,125	l	Imprimación	3,30	0,41
MT27PIR01	0,200	l	Pintura plástica	6,68	1,34
U01FZ101	0,109	Hr	Oficial 1ª pintor	16,20	1,77
U01FZ105	0,109	Hr	Ayudante pintor	12,60	1,37
%CI	0,049	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,15
TOTAL PARTIDA					5,04

6.02 D35EE040 Kg PIN. INTUMESCENTE S/ESTRUCT. 90 MIN.

Kg. Pintura intumescente de resinas de polimerización especial de Procolor o similar sobre estructura metálica con un espesor mínimo de 400 micras, i/limpieza y capa antioxidante, con una resistencia al fuego mínima de noventa minutos (precio por kilo de perfil).

U01FZ101	0,010	Hr	Oficial 1ª pintor	16,20	0,16
U01FZ105	0,010	Hr	Ayudante pintor	12,60	0,13
U36IC040	0,004	Kg	Antioxidante	6,70	0,03
U36IE020	0,008	Kg	Revestimiento intumescente	13,62	0,11
%CI	0,004	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,01
TOTAL PARTIDA					0,44

6.03 6.3 M2 CHAPA DE ACERO DE ESPESOR 0,6 mm

Chapa de acero precolada en ocre de 0,6 mm de espesor. Instalación mediante rastreles atornillados al depósito. Incluye parte proporcional a la estructura auxiliar, accesorios, sistemas de sujeción y recortes necesarios para su correcta instalación. Totalmente instalada.

6-3-1	1,000		Chapa de acero 0,6 mm, incluida instalación y todos lo	11,77	11,77
TOTAL PARTIDA					11,77

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C07 INSTALACION HIDRÁULICA

7.001 EM0054 Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN INOX-CHECK DN 50

Ud. Válvula de retención con doble clapeta. Temperatura máx. 100°C, presión máx. 16 bar, medida DN50 43x109 mm, peso 1,5 kg, cuerpo de fundición gris GG-25, clapeta de acero inoxidable AISI-304, eje y muelle de acero inoxidable y asiento de EPDM, CTE. DB-HS Salubridad. Montaje tipo WAFER entre bridas DIN2502 (PN-16). Totalmente montada, conexionada y probada.

PSESAA050	2,000	Ud	Válvula de retención INOX-CHECK DN50	39,06	78,12
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	0,878	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2,63
TOTAL PARTIDA					90,41

7.002 EM0061 M CONDUCCIÓN PE100 DN 50

M. Conducción de polietileno de alta densidad PE 100, de 50 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR; instalación enterrada en zanja, recubierta de arena según NTE-IFR/9, i/aporte de material, reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad.

MO008	0,050	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	0,96
7-1-3	1,010	M	Conducción PE100 DN50 PN16	6,50	6,57
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO107	0,050	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	0,91
%CI	0,098	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,29
TOTAL PARTIDA					10,13

7.003 EM0057 Ud VÁLVULA BOLA INOX 2P 2"

Ud. Válvula de bola de acero inoxidable accionada con actuador eléctrico monofásico. Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", dimensiones 50x121x97x192 mm, cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado (2 piezas). Totalmente montada, conexionada y probada.

PSESAA032	3,000	Ud	Válvula bola de acero inoxidable 2P 2" N con actuador	112,60	337,80
MT37WWW	2,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	2,80
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	3,489	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	10,47
TOTAL PARTIDA					359,33

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

7.004 7.4 Ud BOMBA SUMERGIBLE

Ud. Bomba hidráulica para purín, capaz de elevar 5 m³/h a una altura de 11,27 max, con motor estanco al purín y sumergible. PN: 0.6 kW. Tornillería en contacto con el líquido de acero inoxidable AISI 316. Incluido el sistema de acoplamiento fijado con pedestal. Totalmente montada, conexcionada y probada.

B421228	2,000	Ud	Bomba sumergible	612,00	1.224,00
TO02322	4,450	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	53,71
TO02320	4,500	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	45,27
TO02300	3,000	Hr	Peón especializado	18,28	54,84
MR0032	0,300	Hr	Grúa móvil	29,53	8,86
TOTAL PARTIDA					1.386,68

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C08 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

8.001 8.1 M CONDUCCIÓN INOX DN 32

M. Tubería de acero inoxidable AISI 316, incluso parte proporcional de uniones y accesorios, DN 32 siendo su diámetro exterior de 42,16 mm y un espesor de 3,556mm . Reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad. Unidad totalmente ejecutada y probada ANSI B 31.1 del código ASME.

UF14545	1,000	M	Conducción de acero inoxidable DN 32	28,65	28,65
MO008	0,100	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	1,91
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO107	0,000	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	0,00
%CI	0,320	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,96
TOTAL PARTIDA					32,92

8.002 8.2 M CONDUCCIÓN INOX DN 38

M. Tubería de acero inoxidable AISI 316, incluso parte proporcional de uniones y accesorios, DN 38 siendo su diámetro exterior de 48.26 y un espesor de 3.556. Reposición de tierra en relleno y prueba de estanqueidad y unidad totalmente ejecutada y probada. ANSI B31.1 del código ASME.

UF15525	1,000	M	Conducción acero inoxidable DN 38	32,64	32,64
MO008	0,100	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	1,91
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO107	0,100	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	1,83
%CI	0,378	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,13
TOTAL PARTIDA					38,91

8.003 8.3 Ud VÁLVULA DE RETENCIÓN INOX-CHECK DN 50

Ud. Ud. Válvula de retención con doble clapeta. Temperatura máx. 100°C, presión máx. 16 bar, medida DN50 43x109 mm, peso 1,5 kg, cuerpo de fundición gris GG-25, clapeta de acero inoxidable AISI-304, eje y muelle de acero inoxidable y asiento de EPDM, CTE. DB-HS Salubridad. Montaje tipo WAFER entre bridas DIN2502 (PN-16). Totalmente montada, conexionada y probada.

PSESAA050	1,000	Ud	Válvula de retención INOX-CHECK DN50	39,06	39,06
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	0,487	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,46
TOTAL PARTIDA					50,18

8.004 IFW060 Ud VÁLVULA REGULADORA DE PRESION LATON DN 50

Válvula limitadora de presión de latón, de 2" DN 50 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 25 bar y presión de salida regulable entre 1 y 6 bar. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, CTE. DB-HS Salubridad. Totalmente montada, conexionada y probada.

8-4-2	1,000	Ud	Válvula reguladora de presión latón DN 50	11,21	11,21
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	0,209	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,63
TOTAL PARTIDA					21,50

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

8.05 8.5 Ud VALVULA DE BOLA 3 VIAS INOX 2"

Ud. Válvula de bola de acero inoxidable de 3 vías en "T" accionada con actuador eléctrico monofásico . Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", cuerpo, bola y eje de acero inox. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inox. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado. Totalmente montada, conexionada y probada.

8-5-1	3,000	Ud	Válvula de bola de 3 vías acero inoxidable DN 50 con a	325,00	975,00
MT37WWW	3,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	4,20
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	9,875	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	29,63
TOTAL PARTIDA					1.017,09

8.06 NAA010 M AISLAMIENTO TERMICO CONDUCCIÓN DN 32

M. Aislamiento térmico de tubería en instalación exterior de calefacción, colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42,0 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor, protección con emulsión asfáltica y revestimiento de chapa de aluminio.

MT17COE08	1,050	M	Coquilla cilíndrica 42 mm de diámetro interior y 40 mm	5,86	6,15
MT17COE12	0,383	KG	Emulsión asfáltica para protección de coquillas	2,04	0,78
MT17COE15	0,383	M2	Chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor	43,26	16,57
MO054	0,131	Hr	Oficial 1ª montador de aislamientos	19,11	2,50
MO101	0,131	Hr	Ayudante de montador de aislamientos	17,53	2,30
%CI	0,283	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,85
TOTAL PARTIDA					29,15

8.007 NAA011 M AISLAMIENTO TÉRMICO CONDUCCIÓN DN 38

M. Aislamiento térmico de tubería en instalación exterior de calefacción, colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 48,0 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor, protección con emulsión asfáltica y revestimiento de chapa de aluminio.

MT17COE08	1,050	M	Coquilla cilíndrica de 48 mm de diámetro interior y 40 m	6,13	6,44
MT17COE12	0,420	KG	Emulsión asfáltica para protección de coquillas	2,04	0,86
MT17COE15	0,420	M2	Chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor	43,26	18,17
MO054	0,136	Hr	Oficial 1ª montador de aislamientos	19,11	2,60
MO101	0,136	Hr	Ayudante de montador de aislamientos	17,53	2,38
%CI	0,305	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,92
TOTAL PARTIDA					31,37

8.008 8.8 Ud INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

Ud. Intercambiador de calor de placas para el calentamiento del sustrato a introducir en el digestor, formado por placas de espesor de 0.4 mm de acero inoxidable AISI 316 con juntas de nitrilo tipo clip con un área de intercambio de 2.5 m2. Totalmente instalado, conexionado y probado.

B431547	1,000	Ud	Intercambiador de calor de placas	538,50	538,50
TO02322	0,500	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	6,04
TO02320	0,500	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	5,03
TO02300	0,500	Hr	Peón especializado	18,28	9,14
%CI	5,587	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	16,76
TOTAL PARTIDA					575,47

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS**CAPÍTULO C09 INSTALACIÓN DE GAS****9.001 9.1 M CONDUCCIÓN PE100 DN63**

M. Conducción de polietileno de alta densidad (PE100), de 63 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR. Totalmente colocada y probada.

9-1-1	1,000	M	Conducción PE100 DN 63 PN16	3,59	3,59
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,100	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	1,91
MO107	0,100	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	1,83
%CI	0,087	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,26
TOTAL PARTIDA					8,99

9.002 9.2 M COMDUCCIÓN PE100 DN 40

M. Conducción de polietileno de alta densidad (PE100), de 40 mm de diámetro y una presión de trabajo de PN-16, suministrada en barras, suministrada en barras, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, incluso soportes si se coloca aéreo, UNE-EN 12201-1/UNE-EN 12201-2/UNE-EN 13244-1/UNE-EN 13244-2, certificado AENOR. Totalmente colocada y probada.

9-2-1	1,000	M	Conducción PE100 DN 40 PN 16	1,77	1,77
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,100	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	1,91
MO107	0,100	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	1,83
%CI	0,069	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,21
TOTAL PARTIDA					7,12

9.003 9.3 Ud VÁLVULA BOLA INOX 2P 2 1/2"

Ud. Válvula de bola de acero inoxidable accionada con actuador eléctrico monofásico . Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2 1/2", dimensiones 5x145x135x244 mm, cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado (2 piezas).

9-3-1	1,000	Ud	Válvula bola de acero inoxidable 2P 2 1/2 " con actua	215,08	215,08
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	2,247	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	6,74
TOTAL PARTIDA					231,48

9.004 9.4 Ud VALVULA DE BOLA 3 VIAS INOX 2 1/2 "

Ud. Válvula de bola de acero inoxidable de 3 vías en "T" accionada con actuador eléctrico monofásico . Temperatura máx. 160°C, presión máx. 64 bar, medida 2", cuerpo, bola y eje de acero inoxidable. AISI 316, anillo cierre de Teflón + 15% fibra de vidrio, palanca: acero inoxidable. AISI 304 con funda PVC azul y cierre de seguridad incorporado.

9-4-1	1,000	Ud	Válvula de bola 3 vías acero de inoxidable 2 1/2" con a	261,00	261,00
MT37WWW	1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería	1,40	1,40
MO008	0,221	Hr	Oficial 1ª fontanero	19,11	4,22
MO107	0,221	Hr	Ayudante de fontanero	18,26	4,04
%CI	2,707	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	8,12
TOTAL PARTIDA					278,78

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

9.05 IGW008 Ud VALVULA REGULADORA DE GAS

Ud. Regulador de presión con válvula de seguridad por exceso de presión de 300 mbar de presión máxima y rearme manual, de 5 m³/h de caudal máximo, de 0,5 a 4 bar de presión de entrada y 150 mbar de presión de salida, ICG 01 a 011, UNE 60670-4. Totalmente montada, conexionada y probada.

MT43ACR22	1,000	Ud	Válvula reguladora de gas	28,13	28,13
MO010	0,251	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	4,80
MO109	0,251	Hr	Ayudante instalador de gas	17,50	4,39
%CI	0,373	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,12
TOTAL PARTIDA					38,44

9.06 9.6 Ud POZO DE CONDENSADOS 50l

Ud. Suministro e instalación de Pozo de condensados para recogida de agua de condensación en tuberías, con eliminación automática por medida de sifón. Incluido conexión a línea de gas y mano de obra de la instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.

9-6-1	1,000	Ud	Pozo de condensados 50 l	1.123,89	1.123,89
MO010	0,650	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	12,42
MO109	0,650	Hr	Ayudante instalador de gas	17,50	11,38
TO02300	0,650	Hr	Peón especializado	18,28	11,88
%CI	11,596	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	34,79
TOTAL PARTIDA					1.194,36

9.07 9.7 Ud COLUMNA DE DESULFURACIÓN

Ud. Torre totalmente hermética de fibra de vidrio con filtro para el absorbente comercial, con tapa de recambio de material absorbente. Volumen total de la torre de 3,98 m², con un diámetro de 1,07 m y una altura de 4,42 m. Incluido soporte de anclaje al suelo, conexión a línea de gas y mano de obra de la instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado..

9-7-1	1,000	Ud	Columna de desulfuración	8.420,23	8.420,23
MO010	6,560	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	125,36
TO02322	6,560	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	79,18
TO02300	6,560	Hr	Peón especializado	18,28	119,92
%CI	87,447	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	262,34
TOTAL PARTIDA					9.007,03

9.008 9.8 Ud DESHUMIDIFICADOR

Ud. Suministro e instalación de deshumidificador para una capacidad de 236 m³/h a 35 °C. Potencia eléctrica del enfriador: 7KW. Incluye todos los elementos necesarios para su correcta instalación. Totalmente conexionado, instalado y probado.

9-8-1	1,000	Ud.	Deshumidificador	17.563,00	17.563,00
MO010	2,600	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	49,69
TO02322	2,600	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	31,38
TO02300	2,600	Hr	Peón especializado	18,28	47,53
MR0032	0,200	Hr	Grúa móvil	29,53	5,91
%CI	176,975	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	530,93
TOTAL PARTIDA					18.228,44

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

9.09 9.9 Ud SOPLANTE DE AIRE

Ud. Soplante de aire monoetapa con presión máxima de impulsión 150 mbar, potencia 1,5 kW y caudal máximo de 219 m3/h. Certificado ATEX. Totalmente conexionado, instalado y probado.

9-9-1	1,000	Ud	Soplante de aire monoetapa	1.780,63	1.780,63
MO010	2,600	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	49,69
TO02322	2,600	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	31,38
TO02300	2,600	Hr	Peón especializado	18,28	47,53
MR0032	0,100	Hr	Grúa móvil	29,53	2,95
TOTAL PARTIDA					1.912,18

9.10 9.10 Ud ANTORCHA DE SEGURIDAD

Ud. Antorcha de seguridad de llama oculta para la combustión de biogás con contenido en metano de 50-75%. Caudal de gas hasta 120 m3/h (C.N). Capacidad del quemador de 900 kW y consumo eléctrico de 1kW. Incluye apagallamas, válvula de cierre rápido, válvula reguladora de presión, accesorios y parte proporcional a accesorios. Totalmente instalada, conexionada y probada.

9-10-1	1,000	Ud	Antorcha de seguridad	10.256,80	10.256,80
MO010	3,700	Hr	Oficial 1ª instalador de gas	19,11	70,71
TO02322	3,700	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	44,66
TO02300	3,700	Hr	Peón especializado	18,28	67,64
MR0032	0,200	Hr	Grúa móvil	29,53	5,91
%CI	104,457	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	313,37
TOTAL PARTIDA					10.759,09

9.11 9.11 Ud VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN

Ud. Válvula de alivio de presión para evitar cambio de presión en la membrana, función de parallamas. Apertura de válvula con presión consigna establecida de 20 mbar. Totalmente instalada, y probada.

9-11-1	1,000	Ud	Válvula de alivio de presión	1.500,00	1.500,00
TO02322	0,300	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	3,62
TO02320	0,300	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	3,02
%CI	15,066	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	45,20
TOTAL PARTIDA					1.551,84

9.012 9.12 Ud GASOMETRO

Ud. Suministro e instalación de gasómetro de doble membrana en EPDM. Volumen de acumulación de 1043,39 m3. Aparte del gasómetro incluye lo siguiente :

- Sistema de limitación de bajada mediante cintas
- Todos los elementos auxiliares necesarios para la colocación de gasómetro .
- Sistema aislante termo-acústico compuesto por una lámina de aluminio puro, protegido por barniz NC, encerrada en el interior de una burbuja de aire seco estanco y de una espuma de polietileno de 5 mm, resistencia térmica de 1.35 m²K/W y una conductividad térmica de 0.025 W/mk, colocado a tope sobre la parte interior de la membrana interior con la aplicación de un aditivo bituminoso.
- Mano de obra, equipos auxiliares y ayudas de albañilería.

Totalmente montado y probado.

9-12-1	1,000	Ud	Gasómetro 1043,39 m3	81.400,00	81.400,00
%CI	814,000	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2.442,00
TOTAL PARTIDA					83.842,00

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C10 INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGITACIÓN

10.01 10.1 Ud AGITADOR DIGESTOR ANAEROBIO

Ud. Agitador horizontal para digestor anaerobio de acero inoxidable AISI 316, monobloque , propulsor autolimpiante, motor sumergible y eje horizontal. Protección contra explosiones (ATEX IISG T4). Potencia del motor: 3.2 kW, velocidad de giro de 900 rpm, frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1,441 (AISI 316). Incluye todo lo necesario para la instalación y sistema de soporte. Completamente montado y probado

10-1-1	1,000	Ud	Agitador sumergible	4.236,25	4.236,25
TO02322	3,200	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	38,62
TO02320	3,200	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	32,19
TO02300	3,200	Hr	Peón especializado	18,28	58,50
MR0032	0,200	Hr	Grúa móvil	29,53	5,91
%CI	43,715	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	131,15
TOTAL PARTIDA					4.502,62

10.02 10.2 Ud AGITADOR TANQUE DE MEZCLADO

Ud. Agitador de montaje lateral con cierre mecánico simple de carburo de silicio de acero inoxidable AISI 316. Potencia del motor 3,2 kW, velocidad de giro de 290 rpm y Frecuencia 50 Hz. Tornillería de acero inoxidable 1.441 (AISI 316). Incluye todo lo necesario para la instalación. Completamente probado y montado

10-2-1	1,000	Ud	Agitador tanque de mezclado	3.523,63	3.523,63
TO02322	3,200	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	38,62
TO02320	3,200	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	32,19
TO02300	3,200	Hr	Peón especializado	18,28	58,50
MR0032	0,200	Hr	Grúa móvil	29,53	5,91
%CI	36,589	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	109,77
TOTAL PARTIDA					3.768,62

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C11 INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE LA P

11.001 11.1 Ud DOSIFICADOR DE PAJA

Ud. Dosificador de paja con capacidad para albergar 17 m3 con liberación de paja a través de cuchilla dosificadora, incluye sistema de pesaje y dispositivo de control conectado a la unidad . Potencia del motor: 11 kW. Incluye todo lo necesario para la instalación. Totalmente montado y probado.

11-1-1	1,000	Ud	Dosificador de paja	15.322,41	15.322,41
TO02322	2,550	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	30,78
TO02320	2,550	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	25,65
TO02300	2,550	Hr	Peón especializado	18,28	46,61
MR0032	2,550	Hr	Grúa móvil	29,53	75,30
%CI	155,008	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	465,02
TOTAL PARTIDA					15.965,77

11.002 11.2 Ud ELEVADOR

Ud. Tornillo sin fin encargado del transporte de la paja desde el deshumidificador hasta el tanque de mezclado de 3,5 m de altura, caudal máximo de 12 m3/h. Potencia del motor de 2.5 kW. Incluye todo lo necesario para la instalación. Totalmente montado y probado.

11-2-1	1,000	Ud	Elevador	10.236,23	10.236,23
TO02322	3,220	Hr	Oficial de 1ª instrumentista	12,07	38,87
TO02320	3,220	Hr	Ayudante de instrumentista	10,06	32,39
TO02300	3,220	Hr	Peón especializado	18,28	58,86
MR0032	0,240	Hr	Grúa móvil	29,53	7,09
%CI	103,734	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	311,20
TOTAL PARTIDA					10.684,64

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C12 INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

12.001 12.1 Ud SOFTWARE SCADA

Ud. Suministro e instalación de Software SCADA de supervisión y operación con WINCC o similar, en el que se integraran todos los elementos a controlar, formado por:

- Conjunto de pantallas de supervisión y visualización en tiempo real.
- Conjunto de pantallas de parámetros de funcionamiento.
- Conjunto de pantallas en tiempo real e históricos.
- Curvas de tendencias en tiempo real e históricos.
- Histórico de energía y producciones.
- Conexión remota mediante programa de control remoto PC basado en tecnología TCP /IP.

Además, se incluye:

- Licencia de software.
- Modem GSM
- Impresora
- PC y monitor de 21"
- Ingeniería de programación y puesta en marcha.

12-1-1	1,000	Ud	Software SCADA y elementos que componen esta unidad	30.000,16	30.000,16
12-1-2	1,000	Ud	Instalación de Software SCADA	4.988,00	4.988,00
%CI	349,882	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1.049,65
TOTAL PARTIDA					36.037,81

12.002 12.2 Ud Cuadro de control

Ud. Suministro e instalación de Cuadro de control para la realización de las funciones de control.

Cuadro de control dotado de:

- Automata programable (PLC) con sus correspondientes módulos de entrada /salida analógicas y digitales, software, pruebas y puesta a punto de la instalación.
- Targetas de entrada/salida con el número suficiente de separación para recoger todas las señales provenientes de la planta.
- Tanto hardware y software se adaptarán a las Especificaciones correspondientes y a lo que dictamine en su momento el Director de Obra.
- El autómata dispone de una tarjeta de comunicación Ethernet para fibra óptica, para el enlace con el ordenador del sistema SCADA.

Unidad completamente montada y probada

12-2-1	1,000		Cuadro de control	19.000,77	19.000,77
12-2-2	1,000		Instalación de cuadro de control	3.700,00	3.700,00
%CI	227,008	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	681,02
TOTAL PARTIDA					23.381,79

12.003 12.3 Ud SONDA DE NIVEL

Ud. Sonda de nivel para el control de nivel en tanque de mezclado y digestor. Funcionamiento mediante radar pulsado, rango de medida entre 0-20 y retransmisión 4-20 mA. Totalmente instalado y probado.

12-3-1	1,000	Ud	Sonda de nivel con instalación incluida	1.271,71	1.271,71
%CI	12,717	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	38,15
TOTAL PARTIDA					1.309,86

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

12.04 12.4 Ud CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO

Ud. Caudalímetro para el control del caudal de las diferentes líneas hidráulicas de la planta .

Incluye:

-Transmisor: Precisión de medida de $0,4 \pm 1$ mm/s y rango de medida de 4-20 mA.

-Senor: Rango de medida 0 a 10 m/s, precisión de medida $0,2 \pm 2,5$ mm/s.

Totalmente instalado y probado.

12-4-1	1,000	Ud	Caudalímetro electromagnético, incluido sensor	1.408,44	1.408,44
%CI	14,084	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	42,25
TOTAL PARTIDA					1.450,69

12.05 12.5 Ud CAUDALIMETRO BIOGÁS

Ud. Equipos de medida de de caudal de biogás, con transmisor electrónico de presión diferencial. Señal de salida 4-20 mA. Incluido soporte de montaje. Totalmente instalado y probado.

ZT3XY	1,000	Ud	Transmisor electrónico de presión diferencial, con sopo	2.506,90	2.506,90
%CI	25,069	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	75,21
TOTAL PARTIDA					2.582,11

12.006 12.6 Ud SENSOR DE PRESIÓN

Ud. Equipo de medida de presión de biogás, con transmisor electrónico de presión diferencial . Señal de salida 4-20 mA. Totalmente instalado y probado.

ZT3XY	1,000	Ud	Transmisor electrónico de presión diferencial, con sopo	2.506,90	2.506,90
%CI	25,069	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	75,21
TOTAL PARTIDA					2.582,11

12.007 12.7 Ud ANALIZADOR DE BIOGAS

Ud. Suministro e instalación de analizador de biogás con sensores para la medición de metano , oxígeno, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno. Totalmente instalado y probado.

12-7-1	1,000		Analizador de biogás, instalación incluida	3.415,27	3.415,27
TOTAL PARTIDA					3.415,27

12.08 12.8 Ud MEDIDOR DE TEMPERATURA, POTENCIAL REDOX Y pH

Ud. Medidor de temperatura, pH y potencial redox del interior del digestor, incluyendo los siguientes componentes:

-Transmisor: Rango de medida 4-20 mA.

-Sonda de temperatura: Sonda de temperatura tipo Pt100 con rango de medición de -40 a 60 °C.

-Sonda para la medición de potencial redox: Rango de medición -1500 mV a 1500 mV.

-Sonda para la medición de pH: Rango de medición de 0-14.

12-8-1	1,000	Ud	Transmisor universal, incluye su instalación	525,00	525,00
12-8-2	1,000	Ud	Sonda de temperatura, incluye instalación	75,87	75,87
12-8-3	1,000	Ud	Sonda de potencial redox, incluye instalación.	102,33	102,33
12-8-4	1,000	Ud	Sonda de medición de pH, incluye instalación.	102,33	102,33
%CI	8,055	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	24,17
TOTAL PARTIDA					829,70

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

12.09 12.9 M CABLEADO DE DATOS

M. Cable EXZHELLENT señal Z102Z1-K (AS) 300/500 V 2x1,5mm².COn conductor de Cu Clase 5 y aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE); pantalla de aluminio de poliéster de drenaje de cobre estañado y cubierta de Poliofina. Incluye pequeño material eléctrico. Norma constructiva y ensayos UNE-EN 60332-1-2. Completamente instalado, montado y conexionado.

12-9-1	1,000	M	Cable de datos	2,81	2,81
12-9-2	1,000	Ud	Pequeño material eléctrico y herramientas	0,50	0,50
MO003	0,014	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,27
MO102	0,014	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,25
%CI	0,038	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,11
TOTAL PARTIDA					3,94

12.10 12.10 M TUBOS CORRUGADOS

M. Tubo corrugado parala protección de cableado de señal. Diámetro exterior 110 mm, con grado de protección IP54, color naranja y resistencia a compresión >450 N. Completamente instalado y montado.

12-10-1	1,000	M	Tubo corrugado	1,50	1,50
MO003	0,100	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	1,91
MO102	0,100	Hr	Ayudante electricista	17,50	1,75
%CI	0,052	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,16
TOTAL PARTIDA					5,32

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

13.001 IEH010 M CABLE 2 x 2,5 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 2,5 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 2 x 2,5 mm2	0,85	0,85
MO003	0,015	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,29
MO102	0,015	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,26
%CI	0,014	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,04
TOTAL PARTIDA					1,44

13.002 IEH011 M CABLE 2 X 4 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 2 x 4 mm2	1,25	1,25
MO003	0,015	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,29
MO102	0,015	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,26
%CI	0,018	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,05
TOTAL PARTIDA					1,85

13.03 IEH012 M CABLE 2 X 10 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 10 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 2 x 10 mm2	2,87	2,87
MO003	0,040	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,76
MO102	0,040	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,70
%CI	0,043	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,13
TOTAL PARTIDA					4,46

13.04 IEH013 M CABLE 3 x 2,5 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 3 x 2,5 mm2	1,24	1,24
MO003	0,015	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,29
MO102	0,015	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,26
%CI	0,018	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,05
TOTAL PARTIDA					1,84

13.05 IEH014 M CABLE 3 x 10 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.

13-6-1	1,000	M	Cable multipolar RV-K 3 x 10 mm2	4,78	4,78
MO003	0,025	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,48
MO102	0,025	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,44
%CI	0,057	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,17
TOTAL PARTIDA					5,87

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

13.06 IEH015 M CABLE 3 x 16 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 16 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

13-7-1	1,000	M	Cable multipolar RV-K 3 x 16 mm2	7,39	7,39
MO003	0,050	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,96
MO102	0,050	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,88
%CI	0,092	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,28
TOTAL PARTIDA					9,51

13.07 IEH016 M CABLE 3x25 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 25 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

13-8-1	1,000	M	Cable multipolar RV-K 3 x 25 mm2	10,47	10,47
MO003	0,065	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	1,24
MO102	0,065	Hr	Ayudante electricista	17,50	1,14
%CI	0,129	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,39
TOTAL PARTIDA					13,24

13.08 IEH017 M CABLE 4x35 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 x 35 m2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado y probado.

13-9-10	1,000	M	Cable multipolar RV-K 4 x 25 mm2	24,99	24,99
MO003	0,075	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	1,43
MO102	0,075	Hr	Ayudante electricista	17,50	1,31
%CI	0,277	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,83
TOTAL PARTIDA					28,56

13.09 13.10 M ELECTRODO DE TOMA DE TIERRA GENERAL

M. Cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección para toma de tierra, incluye cableado de unión de los distintos elementos conexionados a esta toma (cable con aislamiento de PVC) . Totalmente instalado y probado.

13-10-1	1,000	M	Cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección,	11,60	11,60
MO003	0,055	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	1,05
MO102	0,055	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,96
%CI	0,136	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,41
TOTAL PARTIDA					14,02

13.10 D27GA001 Ud TOMA DE TIERRA (PICA)

Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC- BT 18

MO003	0,500	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	9,56
MO102	0,500	Hr	Ayudante electricista	17,50	8,75
U30GA010	1,000	Ud	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	13,60	13,60
U30GA001	15,000	MI	Conductor cobre desnudo 35mm2	4,02	60,30
%CI	0,922	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2,77
TOTAL PARTIDA					94,98

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS**13.011 13.12 M CINTA DE SELAÑILAZIÓN**

M. Cinta de señalización de cables enterrados. Totalmente instalada

13-12-1	1,000	M	Cinta de señalización	0,02	0,02
MO003	0,015	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,29
MO102	0,015	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,26
%CI	0,006	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,02
				TOTAL PARTIDA	0,59

13.12 13.13 Ud CONTADOR BIDIRECCIONAL

Ud. Contador bidireccional encargado de la medición de la energía generada en la unidad de cogeneración, tensión de alimentación 400 , grado de protección IP 20, precisión de energía activa Clase 1 UNE-EN 62053-21, precisión de energía activa Clase 2 UNE-EN 62053-23. Unidad totalmente instalada incluyendo el cableado, el conexionado y caja de protección.

13-13-1	1,000	Ud	Contador bidireccional, incluye todos los elementos par	257,00	257,00
%CI	2,570	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	7,71
				TOTAL PARTIDA	264,71

13.13 13.14 Ud CUADRO ELECTRICO DE BAJA TENSIÓN

Ud. Cuadro eléctrico de baja tensión, equipado con bornes de conexión, formado por caja de doble aislamiento de empotrar, con puesta de 12 elementos, perfil omega y embarrado de protección. Incluye todos los elementos de corte y protección (fusibles de protección, interruptores magnetotérmicos y diferenciales) necesarios para su correcto funcionamiento, así como el material auxiliar necesario para la realización de la instalación. Unidad completamente instalada y rotulada incluyendo el cableado y conexionado.

13-14-1	1,000	Ud	Cuadro eléctrico de baja tensión	331,22	331,22
				TOTAL PARTIDA	331,22

13.14 13.16 Ud VARIADOR DE FRECUENCIA

Ud. Variador de frecuencia, para bombas sumergibles, potencia 2,2 kW, máxima corriente de salida 6 A, potencia de trabajo del motor de la bomba 2,2 kW, voltaje de entrada 3 x 400 y voltaje de salida 3 x 400. Incluye cableado y caja de protección. Unidad totalmente instalada y conexionada.

13-16-1	2,000	Ud	Variador de frecuencia	863,10	1.726,20
%CI	17,262	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	51,79
				TOTAL PARTIDA	1.777,99

13.15 IEO040 M BANDEJAS DE CABLE PERFORADAS

M. Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con resistencia a la intemperie y a los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC , color gris RAL 7035, con soporte horizontal, de PVC, color gris RAL 7035. Cumple Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Completamente montado.

MT35UNE00	1,000	M	Bandeja perforada de PVC de 60 x 75 mm.	8,74	8,74
MT35UNE00	0,670	Ud	Pieza de unión entre tramos, incluye tornillos.	2,92	1,96
MT35UNE00	1,000	M	Tapa de PVC para la colocación a presión.	4,18	4,18
MT35UNE01	1,000	Ud	Soporte horizontal de PVC, incluye tornillos.	5,71	5,71
MO003	0,361	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	6,90
MO102	0,165	Hr	Ayudante electricista	17,50	2,89
%CI	0,304	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,91
				TOTAL PARTIDA	31,29

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

13.16 IEH018 M CABLE 2 X 16 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2 x 16 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 2 x 16 mm2	4,28	4,28
MO003	0,040	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,76
MO102	0,040	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,70
%CI	0,057	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,17
TOTAL PARTIDA					5,91

13.017 IEH019 M CABLE 3 X 4 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 4 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 3 x 4 mm2	1,32	1,32
MO003	0,015	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	0,29
MO102	0,015	Hr	Ayudante electricista	17,50	0,26
%CI	0,019	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,06
TOTAL PARTIDA					1,93

13.018 IEH020 M CABLE 3 X 95 mm2 CON AISLAMIENTO

M. Cable multipolar RV-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3 x 95 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Totalmente conexionado, probado e instalado.

MT35CUN03	1,000	M	Cable multipolar RV-K 3 x 95 mm2	30,71	30,71
MO003	0,100	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	1,91
MO102	0,100	Hr	Ayudante electricista	17,50	1,75
%CI	0,344	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,03
TOTAL PARTIDA					35,40

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C14 MODULO DE COGENERACIÓN Y CALDERA DE COMBUS

14.01 14.1 Ud MODULO DE COGENERACIÓN

Ud. Dos contenedores compactos totalmente insonorizados realizados de acero al carbono . Diseñados y fabricados para ubicarlos en instalaciones exteriores y para uso de biogás.

El equipo principal de este módulo es el siguiente:

- Unidad de cogeneración: Potencia eléctrica 210 kW (rendimiento eléctrico a plena carga de 39,5 %) y potencia térmica útil de 225 kW (rendimiento térmico a plena carga de 38,2%). consumo máximo de biogás de 88,5 Nm³/h y presión de conexión de gas de operación entre 20 y 100 mbar.

Además, del equipo principal, el módulo de cogeneración incluye los siguientes elementos:

- Cuadros de control eléctrico y protección del generador.
- Cuadro eléctrico de baja tensión de equipos auxiliares.
- Sistemas de seguridad.
- Sistema de valvulares para garantizar el correcto funcionamiento y total seguridad de la unidad de cogeneración.
- Caldera de recuperación.
- Chimenea y silenciador.
- Elementos antivibratorios.
- Disipadores de emergencia.
- Rampa de biogás provista con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.
- Elementos de impulsión para el agua caliente de caldera de recuperadora de menra que asegura la llegada del agua caliente a sus puntos de destino.

El módulo de cogeneración irá totalmente instalado, conexionado y probado.

14-5-1	1,000	Ud	Modulo de cogeneración, incluye instalación	256.000,00	256.000,00
%CI	2.560,000	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	7.680,00
TOTAL PARTIDA					263.680,00

14.02 14.2 Ud CALDERA DE COMBUSTIÓN

Ud. Caldera de combustión de biogás, eficiencia térmica 84.8 % y potencia útil de 240 kW, con un diámetro del tubo de ventilación de 200 mm . Provista de los siguientes elementos:

- Equipos de seguridad y valvulería necesarios para asegurar un correcto y seguro funcionamiento.
- Elementos de impulsión del agua caliente generada en la caldera, de manera que se asegura la llegada de estas a sus puntos de destino.
- Resto de pequeños materiales necesarios para su funcionamiento.

La caldera de combustión irá totalmente instalada, conexionada y probada.

14-2-1	1,000	Ud	Caldera de combustión, incluye instalación, pruebas, aj	10.944,50	10.944,50
%CI	109,445	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	328,34
TOTAL PARTIDA					11.272,84

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C15 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

15.01 D34AA006 Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas , líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE -23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.

U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	14,41	1,44
U35AA006	1,000	Ud	Extintor polvo ABC 6 Kg.	43,27	43,27
%CI	0,447	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,34
TOTAL PARTIDA					46,05

15.02 D34AA505 Ud ARMARIO EXTINTOR CORREDERA

Ud. Armario extintor 6/9 Kg, en chapa galvanizada pintado en rojo, con corredera con cristal , instalado según CTE/DB-SI 4.

U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	14,41	1,44
U35AB105	1,000	Ud	Armario ext. 6/9 kg en chapa corr.	29,69	29,69
U35AB115	1,000	Ud	Cristal de 3 mm. para armario	6,82	6,82
%CI	0,380	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,14
TOTAL PARTIDA					39,09

15.03 D34FG005 Ud PULSADOR DE ALARMA REARMABLE

Ud. Pulsador de alarma tipo rearmable, con tapa de plástico basculante totalmente instalado , i/p.p. de tubos y cableado, conexionado y probado, según CTE/DB-SI 4.

MO003	2,300	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	43,95
MO102	2,300	Hr	Ayudante electricista	17,50	40,25
U35FG005	1,000	Ud	Pulsador alarma rearmable	15,98	15,98
U30JW001	32,000	MI	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	0,30	9,60
U30JW125	15,000	MI	Tubo PVC rígido M 20/gp5	1,33	19,95
%CI	1,297	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,89
TOTAL PARTIDA					133,62

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO C16 SEGURIDAD Y SALUD

16.01 D41AA212 Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO

Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.

U42AA212	1,000	Ud	Alquiler caseta oficina con aseo	146,20	146,20
%CI	1,462	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	4,39
TOTAL PARTIDA					150,59

16.02 D41AA320 Ud ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS

Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes . Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

U42AA810	1,000	Ud	Alquiler caseta p.vestuarios	117,00	117,00
%CI	1,170	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,51
TOTAL PARTIDA					120,51

16.03 D41AA404 Ud ALQUILER CASETA ASEO 4,00X2,25 M.

Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4,00x2,25 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes . Ventana de 0,80x0,80 m. de aluminio anodizado hoja de corredera, con reja y luna de 6 mm. Equipada con termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos platos de ducha y un lavabo corrido con tres grifos. Instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático magnetotérmico.

U42AA404	1,000	Ud	Alquiler caseta aseo 4,00x2,35	125,40	125,40
%CI	1,254	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,76
TOTAL PARTIDA					129,16

16.04 D41AA601 Ud ALQUILER CASETA PREFA. ALMACEN

Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

U42AA601	1,000	Ud	Alquiler caseta prefa.almacen	107,25	107,25
%CI	1,073	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	3,22
TOTAL PARTIDA					110,47

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
PRECIOS DESCOMPUESTOS					
16.05 D41AA820		Ud	TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA		
Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.					
U01AA011	2,000	Hr	Peón suelto	14,41	28,82
U42AA820	1,000	Ud	Transporte caseta prefabricad	185,25	185,25
%CI	2,141	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	6,42
TOTAL PARTIDA					220,49
16.006 D41AG801		Ud	BOTIQUIN DE OBRA		
Ud. Botiquín de obra instalado.					
U42AG801	1,000	Ud	Botiquín de obra.	21,43	21,43
%CI	0,214	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,64
TOTAL PARTIDA					22,07
16.07 D41AE001		Ud	ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA		
Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.					
U42AE001	1,000	Ud	Acomet.prov.elect.a caseta.	99,45	99,45
%CI	0,995	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2,99
TOTAL PARTIDA					102,44
16.08 D41CA260		Ud	CARTEL COMBINADO 100X70 CM.		
Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.					
U01AA011	0,150	Hr	Peón suelto	14,41	2,16
U42CA260	1,000	Ud	Cartel combinado de 100x70 cm.	26,18	26,18
TOTAL PARTIDA					28,34
16.09 D41CA252		Ud	CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO		
Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.					
U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	14,41	1,44
U42CA252	1,000	Ud	Cartel de uso obligatorio casco	5,72	5,72
%CI	0,072	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,22
TOTAL PARTIDA					7,38
16.10 D41CA258		Ud	CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS		
Ud. Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.					
U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	14,41	1,44
U42CA258	1,000	Ud	Cartel de peligro zona de obras	5,72	5,72
%CI	0,072	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,22
TOTAL PARTIDA					7,38
16.11 D41CC020		Ud	VALLA DE OBRA CON TRÍPODE		
Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)					
U01AA011	0,050	Hr	Peón suelto	14,41	0,72
U42CC020	0,050	Ud	Valla reflexiva de señalizac.	79,38	3,97
%CI	0,047	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,14
TOTAL PARTIDA					4,83

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
PRECIOS DESCOMPUESTOS					
16.12 D41CC230		MI	CINTA DE BALIZAMIENTO R/B		
MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.					
U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	14,41	1,44
U42CC230	1,000	MI	Cinta de balizamiento reflej.	0,37	0,37
%CI	0,018	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,05
TOTAL PARTIDA					1,86
16.013 D41EA001		Ud	CASCO DE SEGURIDAD		
Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.					
U42EA001	1,000	Ud	Casco de seguridad homologado	3,05	3,05
TOTAL PARTIDA					3,05
16.14 D41EA220		Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS		
Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.					
U42EA220	1,000	Ud	Gafas contra impactos.	11,36	11,36
TOTAL PARTIDA					11,36
16.15 D41EA215		Ud	PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT.		
Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE					
U42EA215	1,000	Ud	Pantalla cortocircuito electrico	34,01	34,01
%CI	0,340	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,02
TOTAL PARTIDA					35,03
16.016 D41EA230		Ud	GAFAS ANTIPOLVO		
Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.					
U42EA230	1,000	Ud	Gafas antipolvo.	2,52	2,52
%CI	0,025	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,08
TOTAL PARTIDA					2,60
16.017 D41EA401		Ud	MASCARILLA ANTIPOLVO		
Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.					
U42EA401	1,000	Ud	Mascarilla antipolvo	2,84	2,84
%CI	0,028	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,08
TOTAL PARTIDA					2,92
16.018 D41EA410		Ud	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA		
Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.					
U42EA410	1,000	Ud	Filtr.recambio masc.antipol.	0,69	0,69
%CI	0,007	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,02
TOTAL PARTIDA					0,71
16.019 D41EC001		Ud	MONO DE TRABAJO		
Ud. Mono de trabajo, homologado CE.					
U42EC001	1,000	Ud	Mono de trabajo.	13,84	13,84
%CI	0,138	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,41
TOTAL PARTIDA					14,25

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS**16.020 D41EC010 Ud IMPERMEABLE**

Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.

U42EC010	1,000	Ud	Traje de agua amarillo-verde	5,03	5,03
%CI	0,050	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,15
TOTAL PARTIDA					5,18

16.21 D41EA601 Ud PROTECTORES AUDITIVOS

Ud. Protectores auditivos, homologados.

U42EA601	1,000	Ud	Protectores auditivos.	7,89	7,89
%CI	0,079	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,24
TOTAL PARTIDA					8,13

16.22 D41EC401 Ud CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A

Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.

U42EC401	1,000	Ud	Cinturón de seguridad homologado	66,89	66,89
%CI	0,669	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	2,01
TOTAL PARTIDA					68,90

16.23 D41EC440 Ud ARNÉS SEGURIDAD AMARRE DORSAL

Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE.

U42EC440	1,000	Ud	Arnés seguridad amarre dorsal	26,60	26,60
%CI	0,266	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,80
TOTAL PARTIDA					27,40

16.24 D41EE014 Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO

Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.

U42EE014	3,090	Ud	Par guantes piel vacuno	9,82	30,34
%CI	0,303	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,91
TOTAL PARTIDA					31,25

16.25 D41EE010 Ud PAR GUANTES NEOPRENO 100%

Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.

U42EE010	1,000	Ud	Par Guantes neopreno 100%	3,10	3,10
%CI	0,031	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,09
TOTAL PARTIDA					3,19

16.26 D41EG001 Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR

Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.

U42EG001	1,000	Ud	Par de botas de agua.	7,73	7,73
TOTAL PARTIDA					7,73

16.27 D41EG010 Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE

Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.

U42EG010	1,000	Ud	Par de botas seguri.con punt.serr.	21,50	21,50
%CI	0,215	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,65
TOTAL PARTIDA					22,15

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS**16.28 D41GG310 Ud CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA.**

Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.

MO003	0,100	Hr	Oficial 1ª electricista	19,11	1,91
MO102	0,100	Hr	Ayudante	14,85	1,49
U42GE750	1,000	Ud	Cuadro secundario de obras.	203,63	203,63
%CI	2,070	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	6,21
TOTAL PARTIDA					213,24

16.29 D41GG405 Ud EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE -23110, totalmente instalado. Certificado por AENOR.

U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	14,41	1,44
U35AA006	1,000	Ud	Extintor polvo ABC 6 Kg.	43,27	43,27
%CI	0,447	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,34
TOTAL PARTIDA					46,05

16.30 D41IA001 Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE

Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.

U42IA001	1,000	Hr	Comite de segurid.e higiene	56,57	56,57
%CI	0,566	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,70
TOTAL PARTIDA					58,27

16.31 D41IA020 Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE

Hr. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.

U42IA020	1,000	Hr	Formacion segurid.e higiene	12,55	12,55
%CI	0,126	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,38
TOTAL PARTIDA					12,93

16.32 D41IA040 Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT.

Ud. Reconocimiento médico obligatorio.

U42IA040	1,000	Ud	Reconocimiento médico obligat	46,46	46,46
%CI	0,465	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	1,40
TOTAL PARTIDA					47,86

16.33 D41IA201 Hr EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV.

H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.

U42IA201	1,000	Hr	Equipo de limpiez.y conserv.	22,02	22,02
%CI	0,220	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	0,66
TOTAL PARTIDA					22,68

Precios descompuestos

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
--------	----------	-----	-------------	--------	---------

PRECIOS DESCOMPUESTOS

16.34 D411A210 Ud LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA

Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.

U42IA301	1,000	Ud	Limpieza y desinfección caseta	159,56	159,56
%CI	1,596	%	Costes indirectos..(s/total)	3,00	4,79
TOTAL PARTIDA					164,35

16.35 D411A220 Hr CUADRILLA EN REPOSICIONES

Hr. Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/costes indirectos.

MO102	1,000	Hr	Ayudante	14,85	14,85
U01AA011	0,500	Hr	Peón suelto	14,41	7,21
TOTAL PARTIDA					22,06

3.Resumen del presupuesto.

Codigo	Capítulo	Total (€)
C01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	50.885,77
C02	DEMOLICIÓN	258,47
C03	CIMENTACIÓN	105.078,99
C04	ESTRUCTURA	96.444,71
C05	AISLAMIENTO E IMPEMEABILIZACIÓN	49.089,64
C06	ALBALIÑERIA Y REVESTIMIENTOS	7.003,23
C07	INSTALACION HIDRÁULICA	4.641,39
C08	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	24.884,27
C09	INSTALACIÓN DE GAS	130.008,88
C10	INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGITACIÓN	17.276,48
C11	INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE LA PAJA	26.650,41
C12	INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	95.364,72
C13	INSTALACIÓN ELECTRICA	108.795,38
C14	MODULO DE COGENERACIÓN Y CALDERA DE COMBUSTIÓN	274.952,84
C15	EXTINCIÓN DE INCENDIOS	656,28
C16	SEGURIDAD Y SALUD	16.834,90

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....1.008.826,36

2 % Gastos Generales..... 20.176,53

6 % Beneficio Industrial..... 60.529,58

Suma..... 1.089.532,47

21 % I.V.A. de Contrata..... 228.801,82

PRESUPUESTO DE CONTRATA..... 1.318.334,29

**Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de
UN MILLON TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CUATRO
EUROS CON VEINTINUEVE EUROS.**

Fe de erratas.

En este documento se señalan los errores que se han percibido en el Trabajo de Fin De Grado de Alberto Barrio Pérez, titulándose este como: “Proyecto de ejecución de planta de producción de biogás para el autoabastecimiento energético de explotación porcina, ubicada en el termino municipal de El Cubo de la Solana (Soria)”.

El motivo de la realización de este documento se trata de corregir los errores que, por falta de tiempo, no se pudieron corregir en el propio Trabajo de Fin de Grado y me gustaría que se tuvieran en consideración a la hora de realizar la lectura y comprensión del texto.

A continuación, se mostrarán diferentes partes del proyecto y los errores que hay en cada una de estas, siendo el orden de exposición desde el principio del documento hasta el final.

General.

- En alguna de las cifras que aparece en el presente proyecto, para marcar los decimales se ha usado punto, siendo esto incorrecto, se debería de haber utilizado coma. Además, en algunas cifras no se ha incluido el punto como separador de miles.

Resumen.

- En la línea 16, la palabra “demanda” está mal, se pretendía decir “demandada”.
- En la línea 21, se pretendía decir que el biogás aporta una fracción importante del consumo eléctrico de la explotación, no de la planta de producción.

Memoria.

- En el apartado 3, Antecedentes, pagina 3, el séptimo punto de las ventajas que supondría la implantación de una planta de producción de biogás, la palabra “micho” esta mal, se pretendía decir “mucho”.
- En el apartado 3, Antecedentes, pagina 3, el punto 8 y 9 aparecen repetidos.
- En el subapartado 4.1.3, Condicionantes físicos, pagina 5, el punto del clima esta sin acabar, queriendo expresar que la zona donde se clasifica el proyecto se trata de un clima mediterráneo.
- En el subapartado 5.1, Alternativas planteadas, pagina 7, mas concretamente en el primer punto, hay dos palabras que están erróneas, la palabra “Cuanta” está mal, se pretendía decir “Cuenta”, esta palabra se ubica en la primera línea de dicho punto. La segunda palabra se ubica también en la primera línea, esta palabra es “se”, pretendiéndose decir “de”.
- En el subapartado 5.1, Alternativas planteadas, pagina 8, punto tres, el estudio de alternativas se encuentra en el Anejo III, no en el Anejo II.

- En el subapartado 5.3, Justificación del plan productivo a realizar, pagina 8, en la línea 3 del del cuarto punto, la palabra “material” se encuentra mal escrita, pretendiéndose decir “materia”.
- En el subapartado 6.1.6, Condiciones de operación, página 15, línea 2, no se trata del Anejo vi “Ingeniería del proceso”, sino que se pretendía decir Anejo VI “Ingeniería del Proceso”
- En el subapartado 6.3.2, Instalación eléctrica, en el punto de capas de zanjas de cableado eléctrico, pagina 22, más concretamente en la línea 10 de dicha página, la palabra “terminal” esta mal, se pretendía decir “terminar”.
- En el apartado 7, Impacto ambiental, pagina 26, más concretamente en la línea 4, la palabra “cuna” está mal, se pretendía decir “una”. También se pretende hacer referencia a que en el Anejo IX “Estudio de impacto ambiental” se refleja todo respecto al estudio de impacto ambiental que se ha realizado en el presente proyecto.

Anejo II “Condicionantes”.

- El índice, y por lo tanto los subapartados del punto 3, “Condicionantes legales” se encuentran mal numerados, siendo la numeración real de estos subapartados la que aparece a continuación:
 - 3.1. Normativa de carácter urbanístico.
 - 3.2. Normativa sanitaria.
 - 3.3. Normativa ambiental.
 - 3.4. Normativa referente al uso del digestato.
 - 3.5. Normativa referente a instalaciones de gas y equipos a presión.
 - 3.6. Normativa referente a la generación de energía eléctrica.
 - 3.7. Normativa referente a las instalaciones eléctricas.
 - 3.8. Normativa referente a las instalaciones de protección contra incendios.
 - 3.9. Fondo de carbono para una economía sostenible.
- En el apartado 1.3. “Radiación Solar”, pagina 2, más concretamente en la línea 12, el fragmento de frase “en función d ellos...” esta mal, se pretendía decir, “en función de los...”.

Anejo IV “Situación Actual”.

- En esta Anejo el tamaño de la fuente se trata principalmente de Arial 12, siendo lo correcto el uso de Arial 11.
- En la Grafica 1 “Energía eléctrica demanda por red”, pagina 19, el título que se pretendía poner no se trata del que aparece en el proyecto, se pretendía poner “Energía eléctrica demandada por la red”. Además, se trata de kWh/mes, no de como se encuentra en el título de la gráfica, kwh/mes.

- En el apartado 5, Consumo de energía térmica en la explotación, más concretamente en el punto que trata sobre la incineradora de cadáveres, línea 7 de ese mismo punto, no se pretendía escribir “75 °”, sino que se pretendía poner “75 °C”.

Anejo V “Estudio Geotécnico”.

- La fuente de los subtítulos se encuentra mal puesta, esta a Arial 16 y debería de encontrarse a Arial 14.
- En el punto 8, Conclusiones, se experimenta un cambio de fuente que no se debería de experimentar, pasa de Arial 11 a Arial 11, 5, debiendo de encontrarse siempre a Arial 11.

Anejo VI “Ingeniería del proceso”.

- En el subapartado 4.4. Área de purificación del biogás, página 22, más concretamente, en la línea 9 del punto de desulfuración, la palabra “em” se encuentra mal puesta, se pretendía decir “en”.
- En el subapartado 5.3. Cálculos necesarios para determinar las pérdidas térmicas que presenta el digestor, la formula para determinar las perdidas de calor en las diferentes partes del digestor, pagina 26, se encuentra mal expresada, siendo la expresión verdadera y con la realmente se han realizado los cálculos la siguiente:

$$P_{calor} = K \left(\frac{W}{m^2 \cdot C} \right) A(m^2) \Delta(T_1 - T_2)$$

- La gráfica 11 “Energía térmica demandada por el mes de agosto”, pagina 31, posee un título incorrecto, siendo el título que debería llevar “Energía térmica demandada por el digestor (kWh/h)” en vez de “Energía térmica demandada por la explotación (kWh/h)”.
- La gráfica 28 “Biogás acumulado en el mes de diciembre”, pagina 41, posee un título incorrecto, siendo el título que debería llevar “Biogás acumulado (m³/h)” en vez de “Biogás acumulado real (m³/h)”. Además, no se dice la cantidad de biogás total que se puede acumular diariamente en este mes, siendo esta de 115,17 m³.
- El titulo del apartado 7, Reducción de toneladas de CO₂, pagina 50, se encuentra mal escrito siendo el título que debería poner “Reducción de toneladas de CO₂”.
- En la pagina 52 y 53, hay un aumento del tamaño de la fuente de página, se encuentran en un tamaño de 11,5, debiendo ser dicho tamaño de 11.

- Por un error que se desconoce, las paginas pares de este Anejo no se encuentran numeradas, debiendo de ir numeradas en la parte inferior con la fuente Arial y un tamaño de 8.

Anejo VII “Ingeniería de las obras”.

- En el subapartado 1.1.2, Elección de materiales, pagina 3, en el punto de la solera falta decir cual es el limite elástico de las barras corrugadas que se utilizarán para el armado. El limite elástico que poseen es de 400 N/mm².
- En el subapartado 1.1.3, Cálculos en la estructura, pagina 4, el primer párrafo se encuentra inacabado, faltando la palabra “son:”.
- En el subapartado 2.6.1, Agitación en el digestor anaerobio, pagina 64, las unidades del valor que aparece en la línea 4, 4,75, no se trata de “m³/h”, sino que se tratan de “W/m³”.
- En el apartado 2.6.3, Disposición de los agitadores, pagina 66, más concretamente en el punto que habla sobre la disposición del agitador del tanque de mezclado, la distancia al suelo de este no se trata de “1 m” sino que, como viene reflejado en los planos se trata de “0,75 m”.
- En el subapartado 2.7.1, Modulo de alojamiento de la unidad de cogeneración, pagina 66, mas concretamente en el punto que habla sobre el cuadro eléctrico de baja tensión, siendo los equipos conectados al mismo los equipos que se alojan en el modulo de cogeneración, no como aparece en dicho punto (caldera).
- En la tabla 72.2, pagina 99, la válvula de tres vías 3V3-05, también cumple con la intensidad máxima admisible.
- En el apartado 2.12.2, Antorcha, pagina 109 y 110, hay un espaciado adicional que no debería de existir.

Anejo VIII “Instalación de protección contra incendios”.

- En la tabla 3. Densidad de carga de fuego pondera y corregida de las diferentes subáreas de área de purificación y generación de energía, debido a un error, no se ven lo que pone en la parte superior de esta, para evitar confusiones, continuación se plasmara de nuevo la tabla.

Subárea	Superficie (m ²)	Configuración	Actividad	Q _s (MJ/m ²)	C _i	R _a	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida (MJ/m ²)
Área de purificación de biogás	11,41	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300
Módulo de cogeneración	73,20	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300
Antorcha de seguridad	1	Tipo E	Motores eléctricos	300	1	1	300

Presupuesto.

- En el índice del presupuesto hay un error, el punto 2.3, Cuadro de precios nº 3: precios de obra (precios descompuestos), hay un error en el título, no se trata de precios descompuestos sino se tratan de precios en letra.
- En la página 25, se encuentra el título del capítulo catorce cortado, siendo el título completo “Modulo de cogeneración y caldera de combustión”.
- A continuación, se corregirán una serie de precios que se encuentran mal escritos en el punto 2.3. Cuadro de precios nº3: Precios de unidad de obra (precios en letra):
 - Página 46: Código: CHH033-Precio:13.493,16-Precio en letra: Trece mil cuatrocientos noventa y tres euros con dieciséis céntimos.
 - Pagina 52: Total capítulo C06: Albañilería y revestimientos-Precio 4.641,39- Precio en letra: Cuatro mil seiscientos cuarenta y un euro con treinta y nueve céntimos.
 - Página 55: Código: 9.3-Precio: 231,48-Precio en letra: Doscientos treinta y un euros con cuarenta y ocho céntimos.
 - Página 64: Código: IEH017-Precio:79.776,65-Precio en letra: Setenta y nueve mil setecientos setenta y seis euros con sesenta y cinco céntimos.
 - Pagina 74: Código: D41EC001-Precio: 72,52-Precio en letra. Setenta y dos euros con cincuenta y dos céntimos.

- Pagina 75: Código: D41EE010-Precio 44,66-Precio en letra: Cuarenta y cuatro euros con sesenta y seis céntimos.
- Página 77: Total capítulo C16 seguridad y salud-Precio 16.834,90-Precio en letra: Dieciséis mil ochocientos treinta y cuatro euros con noventa céntimos.