



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro
de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el
municipio de Aras de los Olmos

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial (Acceso desde Grado
I. Mecánica)

AUTOR/A: Braña Bueno, Diego

Tutor/a: Roldán Porta, Carlos

Cotutor/a: Roldán Blay, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Carlos y Carlos Jr. por transmitirme sus conocimientos, alimentar mi interés en la materia y brindarme un apoyo fundamental en la realización del proyecto.

A mis amigos, tanto en Valencia como en Gijón, que han hecho de mi estancia en Valencia los dos mejores años de mi vida.

A mis padres y a mi hermano por nunca dejar de creer en mí.

Por último, a Laura, por estar a mi lado día tras día, en los momentos buenos y en los no tan buenos, siempre empujando juntos hacia delante.

Valencia, 05/07/2023.

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster tiene por objeto el completo diseño de la instalación eléctrica de baja tensión para una futura planta de biogás que se construirá en el municipio valenciano de Aras de los Olmos. El diseño de la instalación comprende los siguientes apartados:

- Diseño de la iluminación tanto interior como exterior dentro del recinto. Se utilizará el software DIALux EVO.
- Diseño de conductores de líneas.
- Diseño de protecciones eléctricas.
- Diseño de instalación de puesta a tierra de cargas.
- Diseño de protecciones frente a choque eléctrico.
- Diseño del centro de transformación de la planta.
- Diseño de instalación de puesta a tierra del centro de transformación.
- Realización del presupuesto.
- Realización de los planos pertinentes a la instalación como diagramas unifilares o planos de líneas.

Para los cálculos de conductores y sistemas de protección se emplearán hojas de cálculo y se procederá a la selección de elementos comerciales mediante catálogo

ABSTRACT

The current Master's Project is focused on the complete design of the low voltage electrical installation for a future biogas factory intended to be located in Aras de los Olmos (Valencia). The design encompasses the following key points:

- Design of the internal and external lightning of the factory. DIALux EVO software Will be used.
- Design of the electrical lines.
- Design of the electrical protections.
- Design of the grounding installation.
- Design of electrical strike protections.
- Design of the factory's transformation center.
- Design of the transformation center's grounding installation.
- Budget estimation.
- Designing of the blueprints referring to the factory and its electrical installation.

Excel will be used for the calculations of the lines and protections and equipment will be selected from catalogs.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTOS CONTENIDOS

- Memoria.
- Planos.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud
- Gestión de residuos
- Presupuesto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

MEMORIA.....	8
CAPÍTULO I. Introducción	15
I.1. Objetivos.....	15
I.2. Antecedentes	15
I.3. Funcionamiento y características de la planta de biogás.....	17
CAPÍTULO II. Normativa de aplicación	19
CAPÍTULO III. Alumbrado.....	20
III.1. Alumbrado interior.....	20
III.1.1. Edificio de control: Oficina	20
III.1.2. Edificio de control: Baño	20
III.1.3. Edificio de control: Vestuarios.....	20
III.1.4. Edificio de control: Taller.....	20
III.1.5. Edificio de deshidratación de fangos	20
III.2. Alumbrado exterior	21
CAPÍTULO IV. Cargas.....	22
CAPÍTULO V. Línea de alimentación de cargas.....	23
V.1. Estructura de los cables aislados.....	23
V.2. Asignación y dimensionado de circuitos	25
CAPÍTULO VI. Aparata de maniobra y Protección eléctrica	27

CAPÍTULO VII. Protección contra choque eléctrico.....	30
VII.1. Instalación de puesta a tierra.....	30
VII.1.1. Puesta a tierra del centro de transformación: Alta Tensión.....	32
VII.1.2. Puesta a tierra de las masas de Baja Tensión.....	32
VII.1.3. Protección frente a choque eléctrico.....	34
CAPÍTULO VIII. Centro de transformación.....	36
CAPÍTULO IX. Conclusiones y ODS.....	39
CAPÍTULO X. Referencias.....	41
CAPÍTULO XI. Catálogos.....	43
Anexo A. Diseño de instalación de alumbrado interior.....	44
Anexo B. Diseño de instalación de alumbrado exterior.....	53
Anexo C. Cálculo de secciones de conductores.....	58
Anexo D. Cálculo de protecciones eléctricas.....	62
Anexo E. Cálculo de protección frente a choque eléctrico.....	67
Anexo F. Cálculo del centro de transformación.....	73
PLANOS.....	79
1. Plano general de cargas eléctricas y espacios proyectados.....	81
1.1. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en edificio de oficinas.....	82
1.2. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en edificio de deshidratación de fangos.....	83
1.3. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en zona de digestor.....	84
1.4. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en zona de balsa.....	85
2. Asignación de cargas a circuitos.....	86
3. Plano general de trazado de líneas eléctricas.....	87
4. Plano general de puestas a tierra.....	88
5. Diagrama unifilar de la instalación eléctrica de baja tensión.....	89
6. Esquema general de puesta a tierra de masas de baja tensión.....	90
7. Centro de transformación.....	91

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	92
1. Premisas.....	94
2. Objeto del estudio.....	94
3. Proyecto referenciado.....	94
4. Descripción y emplazamiento de la obra.....	94
5. Suministro de energía y agua potable.....	94
6. Servidumbre y condicionantes.....	95
7. Riesgos laborales eliminables completamente	95
8. Riesgos laborales no eliminables completamente	95
8.1. Riesgos aplicables a toda la obra.....	95
8.2. Riesgos aplicables a movimientos de tierras.....	96
8.3. Riesgos aplicables a instalación y puesta en tensión.....	97
9. Trabajos laborales especiales.....	98
10. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	98
11. Previsiones para trabajos posteriores.....	99
12. Normas de seguridad aplicables en la obra	99
GESTIÓN DE RESIDUOS.....	100
1. Resumen.....	102
2. Residuos generados, gestión y seguridad y salud	103
PRESUPUESTO	115
1. Presupuesto parcial nº1 Acondicionamiento del terreno.....	117
2. Presupuesto parcial nº2 Instalación eléctrica, iluminación y centro de transformación	119
3. Presupuesto parcial nº3 Gestión de residuos	126
4. Presupuesto parcial nº4 Seguridad y salud	128
5. Resumen por capítulos.....	134

PLANIFICACIÓN

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos (BRAÑA BUENO, Diego)																								
Comienzo:	01-feb	Finalización prevista:	06-jul	Finalización lograda:	05-jul	Nº total de semanas:	21	Nº de horas por día:	2,5	Nº total de horas:	367,5	Tarea retrasada	Tarea no realizada											
ACTIVIDAD	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
PLANIFICACIÓN																								
Planificación	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN Y NORMATIVA																								
Búsqueda de información y normativa	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
LECTURA DE NORMATIVA																								
Lectura de normativa	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
CARGAS																								
Identificación de cargas	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
ALUMBRADO																								
Aprendizaje DIALux	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cálculo y diseño de alumbrado interior	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cálculo y diseño de alumbrado exterior	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
LÍNEAS, APARAMENTA Y PUESTA A TIERRA																								
Diseño de la disposición de la línea y cuadros	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cálculo y diseño de la línea	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cálculo y diseño de protecciones de líneas	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cálculo y diseño de instalación de puesta a tierra	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cálculo y diseño de protección frente a choque eléctrico	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN																								
Cálculo y diseño del centro de transformación	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Estudio de campo magnético	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
REALIZACIÓN DE LA MEMORIA (APARTADOS)																								
Resumen	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Objetivos y antecedentes	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Alcance	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Planificación (Inicial y definitiva)	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Cargas	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Alumbrado	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Líneas, aparamenta y puesta a tierra	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Centro de transformación	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Conclusiones y ODS	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Bibliografía	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Anexos	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Estudio de Seguridad y Salud	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
Presupuesto y Gestión de residuos	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			
DEFENSA																								
Elaboración y preparación de la presentación	[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]				[Barra]			

MEMORIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

MEMORIA.....	8
CAPÍTULO I. Introducción.....	15
I.1. Objetivos.....	15
I.2. Antecedentes	15
I.3. Funcionamiento y características de la planta de biogás.....	17
CAPÍTULO II. Normativa de aplicación	19
CAPÍTULO III. Alumbrado.....	20
III.1. Alumbrado interior.....	20
III.1.1. Edificio de control: Oficina	20
III.1.2. Edificio de control: Baño	20
III.1.3. Edificio de control: Vestuarios.....	20
III.1.4. Edificio de control: Taller.....	20
III.1.5. Edificio de deshidratación de fangos	20
III.2. Alumbrado exterior	21
CAPÍTULO IV. Cargas.....	22
CAPÍTULO V. Línea de alimentación de cargas.....	23
V.1. Estructura de los cables aislados.....	23
V.2. Asignación y dimensionado de circuitos	25
CAPÍTULO VI. Apararata de maniobra y Protección eléctrica	27
CAPÍTULO VII. Protección contra choque eléctrico.....	30
VII.1. Instalación de puesta a tierra.....	30
VII.1.1. Puesta a tierra del centro de transformación: Alta Tensión	32
VII.1.2. Puesta a tierra de las masas de Baja Tensión	32
VII.1.3. Protección frente a choque eléctrico.....	34
CAPÍTULO VIII. Centro de transformación.....	36
CAPÍTULO IX. Conclusiones y ODS.....	39

CAPÍTULO X. Referencias..... 41

CAPÍTULO XI. Catálogos..... 43

Anexo A. Diseño de instalación de alumbrado interior 44

Anexo B. Diseño de instalación de alumbrado exterior 53

Anexo C. Cálculo de secciones de conductores 58

Anexo D. Cálculo de protecciones eléctricas..... 62

Anexo E. Cálculo de protección frente a choque eléctrico 67

Anexo F. Cálculo del centro de transformación 73

ÍNDICE DE FIGURAS

fig. 1. Localización de Aras de los Olmos. Fuente: Aras Rural.	15
fig. 2. Localización de planta de biogás respecto al municipio Aras de los Olmos. Fuente: Ayuntamiento de Aras de los Olmos.	16
fig. 3. Detalle de parcela para el desarrollo de la planta de biogás. Fuente: Ayuntamiento de Aras de los Olmos.	16
fig. 4. Disposición de la planta de biogás. Fuente: Ayuntamiento de Aras de los Olmos.	17
fig. 5. Digestor aeróbico. Fuente: Abakal Ingenieros Consultores.	17
fig. 6. Gasómetro. Fuente: Abakal Ingenieros Consultores.	18
fig. 7. Esquema y parámetros de funcionamiento previstos de la planta de biogás de Aras de los Olmos. Fuente: Abakal Ingenieros Consultores.	18
fig. 8. Instalación completa de alumbrado. Fuente: Propia.	21
fig. 9. Tipologías de conductores eléctricos: (a) Unipolar y (b) multipolar. Fuente: Varias.	24
fig. 10. Ejemplo de sección de conductor unipolar. Fuente: Prysmian.	25
fig. 11. Tipos de disparo del interruptor automático: (a) térmico y (b) magnético. Fuente: Tecnología Eléctrica.	29
fig. 12. Ejemplo de distribución de potenciales en el terreno para un electrodo en forma de pica vertical. Fuente: Tecnología Eléctrica.	31
fig. 13. Tensión de paso y tensión de contacto. Fuente: Sector Eléctrico.	31
fig. 14. Ejemplo de esquema de puesta a tierra (PAT) de centro de transformación (CT). Fuente: Propia.	32
fig. 15. Esquema de distribución de puesta a tierra (a) TT, (b) TN y (c) IT. Fuente: Bender Iberia.	33
fig. 16. Asociación de diferenciales en cascada (D1 tipo S). Fuente: Tecnología Eléctrica.	35
fig. 17. Transformador (a) seco o (b) en aceite. Fuente: Todo Eléctrico.	36
fig. 18. Disposición de luminarias en oficina. Fuente: Propia.	47
fig. 19. Verificación de alumbrado de oficina. Fuente: Propia.	47
fig. 20. Disposición de luminarias en baño. Fuente: Propia.	48
fig. 21. Verificación de alumbrado de baño. Fuente: Propia.	48

fig. 22. Disposición de luminarias en vestuario. Fuente: Propia.	49
fig. 23. Verificación de alumbrado de vestuario. Fuente: Propia.....	49
fig. 24. Disposición de luminarias en taller. Fuente: Propia.....	50
fig. 25. Verificación de alumbrado de taller. Fuente: Propia.	50
fig. 26. Disposición de luminarias en edificio de deshidratación de fangos . Fuente: Propia.	51
fig. 27. Verificación de alumbrado de edificio de deshidratación de fangos. Fuente: Propia.	52
fig. 28. Clases de alumbrado para vías tipo C y D. Fuente BOE 279 de 19/11/2008.....	53
fig. 29. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente BOE 279 de 19/11/2008. ...	54
fig. 30. Niveles de iluminancia para alumbrado ornamental. Fuente BOE 279 de 19/11/2008.	55
fig. 31. Situación de luminarias de alumbrado exterior. Fuente: Propia.	56
fig. 32. Coordenadas de luminarias en tramo recto nº1. Fuente: Propia.	56
fig. 33. Coordenadas de luminarias en tramo recto nº2. Fuente: Propia.	56
fig. 34. Coordenadas de luminarias en tramo curvo. Fuente: Propia.	56
fig. 35. Coordenadas de luminarias en zona de carga. Fuente: Propia.....	57
fig. 36. Coordenadas de luminarias en tramo longitudinal nº1. Fuente: Propia.	57
fig. 37. Coordenadas de luminarias en tramo longitudinal nº2. Fuente: Propia.	57
fig. 38. Coordenadas de luminarias en tramo transversal nº1. Fuente: Propia.....	57
fig. 39. Coordenadas de luminarias en tramo transversal nº2. Fuente: Propia.....	57
fig. 40. Coordenadas de luminarias auxiliares. Fuente: Propia.....	57
fig. 41. Circuito equivalente para el cálculo de corriente de cortocircuito (a) máxima y (b) máxima-mínima. Fuente: Propia.....	63
fig. 42. Ejemplo de curva (a) de disparo tipo C y (b) de esfuerzo térmico tipo C de un PIA. Fuente: Legrand.....	65
fig. 43. Tensión transferida (V_{IT}). Fuente: Tecnología Eléctrica.....	68
fig. 44. Valores de tensión de contacto aplicada admisible en función de tiempo de actuación de protecciones. Fuente: Tecnología Eléctrica.....	70
fig. 45. Definición de centro de transformación en CRMagPLUS. Fuente: Propia.	77
fig. 46. Campo magnético en centro de transformación de Aras de los Olmos. Fuente: Propia.	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tab. 1. Listado de cargas de la instalación de la planta de biogás.....	22
Tab. 2. Asignación de cargas a circuitos eléctricos y dimensionado de líneas.....	26
Tab. 3. Soluciones comerciales de conductores.....	26
Tab. 4. Selección de apartamento de maniobra: interruptor-seccionador.....	27
Tab. 5. Selección de apartamento de protección eléctrica: interruptores automáticos.....	29
Tab. 6. Selección de conductores de protección.....	34
Tab. 7. Selección de relés e interruptores diferenciales.....	35
Tab. 8. Tipologías de alumbrado.....	44
Tab. 9. Matriz de decisión para selección de alumbrado interior.....	45
Tab. 10. Requisitos básicos según tabla 34 de la norma.....	45
Tab. 11. Requisitos básicos según tabla 10 de la norma.....	48
Tab. 12. Requisitos básicos según tabla 11 de la norma.....	49
Tab. 13. Requisitos básicos según tabla 18 de la norma.....	51
Tab. 14. Clasificación de vías según Reglamento.....	53
Tab. 15. Instalación de alumbrado vial exterior.....	54
Tab. 16. Instalación de alumbrado ornamental exterior.....	55
Tab. 17. Dimensionado de conductores eléctricos por criterios térmico y de caída de tensión.....	61
Tab. 18. Valores de la resistividad del cobre (Cu) en función de la temperatura del conductor.....	64
Tab. 19. Valores del factor K para I^2t	64
Tab. 20. Selección y verificación de protecciones eléctricas.....	66
Tab. 21. Dimensionado de conductores de protección según REBT.....	70
Tab. 22. Selección y verificación de protecciones frente a choque eléctrico.....	72
Tab. 23. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (1/4).....	74
Tab. 24. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (2/4).....	75
Tab. 25. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (3/4).....	76
Tab. 26. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (4/4).....	77

Tab. 27. Coste de gestión de residuos..... 102

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

I.1. Objetivos

El principal objetivo del proyecto consiste en el diseño de la instalación eléctrica para la planta de biogás que se pretende desarrollar en la localidad de Aras de los Olmos, Valencia. Ello incluye el diseño de:

- Alumbrado interior y exterior.
- Línea de baja tensión de la planta.
- Cuadros eléctricos.
- Centro de transformación de 400 kVA.

I.2. Antecedentes

En 2017 el ayuntamiento de Aras de los Olmos (fig. 1) decidió convertir su municipio en una localidad autosuficiente. Para ello, se encarga un proyecto a una oficina de ingeniería que plantea la creación de una red de energía renovable que consta de 4 instalaciones: un campo fotovoltaico, un pequeño campo eólico, una central hidráulica de bombeo y una planta de biogás.

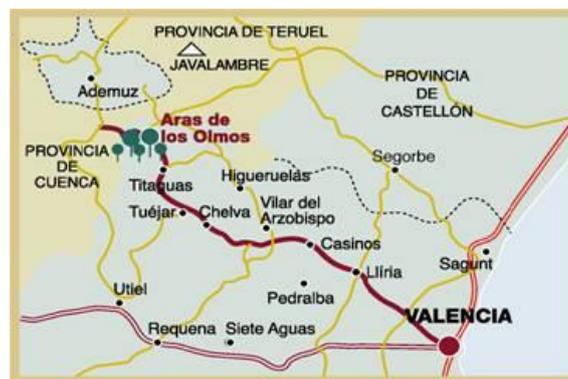


fig. 1. Localización de Aras de los Olmos. Fuente: Aras Rural.

En colaboración con el ayuntamiento está el Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE) de la Universidad Politécnica de Valencia, el cual realiza una labor de apoyo en el desarrollo del proyecto. En 2023 surge la necesidad de desarrollar el proyecto de la instalación eléctrica de la planta de biogás de la cual se encarga el DIE y por la cual nace este Trabajo Fin de Máster.

El departamento cuenta con datos acerca de la planta tales como su emplazamiento (figuras 2 y 3) y disposición previstas (fig. 4).



fig. 2. Localización de planta de biogás respecto al municipio Aras de los Olmos. Fuente: Ayuntamiento de Aras de los Olmos.

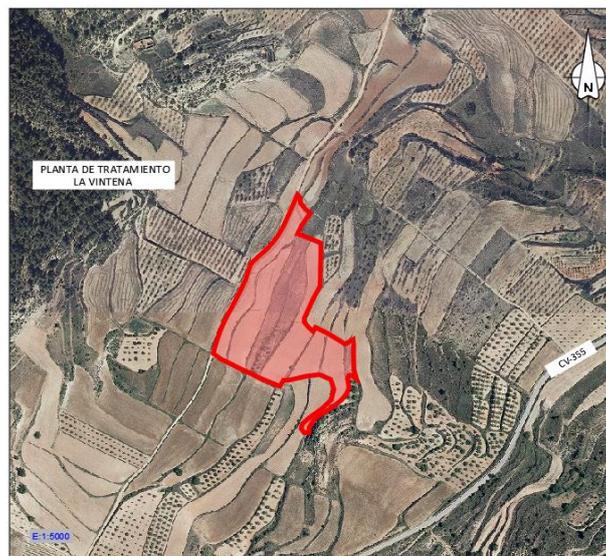


fig. 3. Detalle de parcela para el desarrollo de la planta de biogás. Fuente: Ayuntamiento de Aras de los Olmos.



fig. 4. Disposición de la planta de biogás. Fuente: Ayuntamiento de Aras de los Olmos.

I.3. Funcionamiento y características de la planta de biogás

El modo de funcionamiento de la planta de biogás comienza por la introducción de los residuos en una piqueta. Los residuos que tratará la planta son:

- Una fracción orgánica de los residuos de competencia municipal procedente de recogida selectiva.
- Lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR).
- Madre con lechones de 28 kg.
- Estiércol vacuno.
- Porcino engorde.

Desde la piqueta, los residuos pasan a un triturador que acondiciona el material para posteriormente introducirlo en el digestor (fig. 5). Este elemento contiene un entorno con distintos tipos de bacterias que realizan la descomposición del residuo en digestato y biogás. Esta descomposición se denomina digestión aeróbica. El digestato es la mezcla sólido-líquido que queda tras la digestión. Este puede emplearse en distintas aplicaciones como el acondicionamiento de suelo. El biogás es una mezcla de gases compuestos fundamentalmente por metano. Para la obtención de un régimen de funcionamiento óptimo en el proceso se emplean diversos dispositivos tales como agitadores de mezcla, calderas e intercambiadores de calor.



fig. 5. Digestor aeróbico. Fuente: Abakal Ingenieros Consultores.

Una vez realizada la digestión, el gas se separa del resto de componentes por diferencia de densidades y se almacena. El volumen de gas obtenido se mide mediante un gasómetro (fig. 6). La mezcla restante pasa a un proceso de separación sólido/líquido mediante un dispositivo tornillo-prensa. La parte sólida es el compostaje que puede ser utilizado en otras aplicaciones como el abono de campos. La parte líquida es el digestato, el cual se almacena en una balsa.



fig. 6. Gasómetro. Fuente: Abakal Ingenieros Consultores.

Finalmente, el gas pasa por un proceso de secado que lo acondiciona. Parte del gas se empleará en la generación de calor de las calderas del digestor. El resto de gas se introducirá a un motor de combustión interna acoplado a un generador eléctrico. Una parte de la energía eléctrica generada se empleará en el autoabastecimiento de la planta. La energía restante será vertida a red para su consumo. La fig. 7 detalla el proceso explicado con sus parámetros principales de funcionamiento previstos.

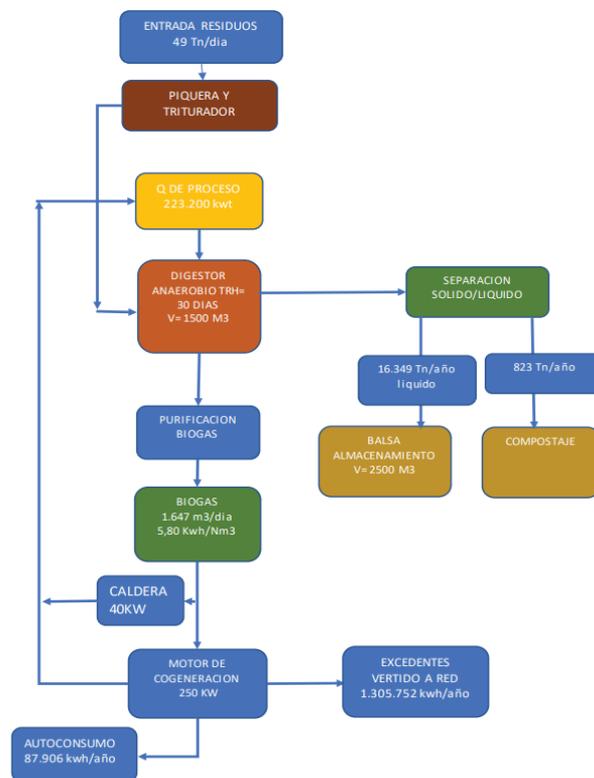


fig. 7. Esquema y parámetros de funcionamiento previstos de la planta de biogás de Aras de los Olmos. Fuente: Abakal Ingenieros Consultores

CAPÍTULO II. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Antes de comenzar, se revisa la normativa de aplicación al proyecto:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.
- Norma UNE-EN 12464-1 'Luz e iluminación, Iluminación en los lugares de trabajo Parte 1: Lugares de trabajo en interiores'

CAPÍTULO III. ALUMBRADO

El procedimiento de cálculo de la instalación eléctrica comienza por el diseño de las instalaciones de alumbrado interior y exterior.

III.1. Alumbrado interior

El cálculo de los elementos de la instalación de alumbrado interior se realizará en base a lo estipulado en la norma UNE-EN 12464-1 "Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo (parte 1)". En ella se establecen los requisitos mínimos que debe cumplir la instalación en función del tipo de actividad que se realice en el área de trabajo y unas recomendaciones de diseño. Los siguientes subapartados abordan los resultados del diseño de la instalación para cada espacio de trabajo (véase anexo A). Se entiende que las soluciones comerciales propuestas no son únicas por lo que pueden instalarse otras soluciones de otros fabricantes de características similares. Esto mismo aplica para el caso de alumbrado exterior.

III.1.1. Edificio de control: Oficina

Las luminarias seleccionadas son 6 unidades de la marca SPECTRAL, modelo SPG0330246AH, dispuestas y verificadas según se establece en el anexo A.

III.1.2. Edificio de control: Baño

Las luminarias seleccionadas son 3 unidades de la marca SPECTRAL, modelo SPG0330246AH, dispuestas y verificadas según se establece en el anexo A.

III.1.3. Edificio de control: Vestuarios

Las luminarias seleccionadas son 6 unidades del modelo SPG0330246AH de la marca SPECTRAL dispuestas y verificadas según se establece en el anexo A.

III.1.4. Edificio de control: Taller

Las luminarias seleccionadas son 9 unidades de la marca SPECTRAL, modelo SPG0330246AH, dispuestas y verificadas según se establece en el anexo A.

III.1.5. Edificio de deshidratación de fangos

Las luminarias seleccionadas son 12 unidades de la marca SIMON, modelo MERAK SXF SA 3000K, dispuestas y verificadas según se establece en el anexo A.

III.2. Alumbrado exterior

Para el diseño del alumbrado exterior se aplica el RD 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior. Mediante la aplicación de este se alcanzan los siguientes resultados (véase anexo B):

- Instalación de 9 luminarias del fabricante Hess, modelo Mastauslegerl Barcelona, organizadas según dispuesto en anexo B.
- Instalación de 10 luminarias del fabricante WE-EF, modelo VFL530-SE [R65], organizadas según dispuesto en anexo B.
- Instalación de 1 luminaria del fabricante WE-EF, modelo VFL520 [A60], organizadas según dispuesto en anexo B.
- Instalación de 4 luminarias auxiliares del fabricante SIMON, modelo ALTAIR IYF a, organizadas según dispuesto en anexo B.

La instalación de alumbrado exterior contará con un sistema de reducción de flujo luminoso. Este elemento resulta necesario debido a que existe un observatorio astronómico junto al lugar donde se pretende construir la planta. Con este dispositivo se evitarán reflexiones de brillo nocturno que puedan perjudicar el trabajo de dicho centro de observación.

Finalmente, se muestra la fig. 8 con la escenografía lograda con el diseño de la instalación de alumbrado completa.

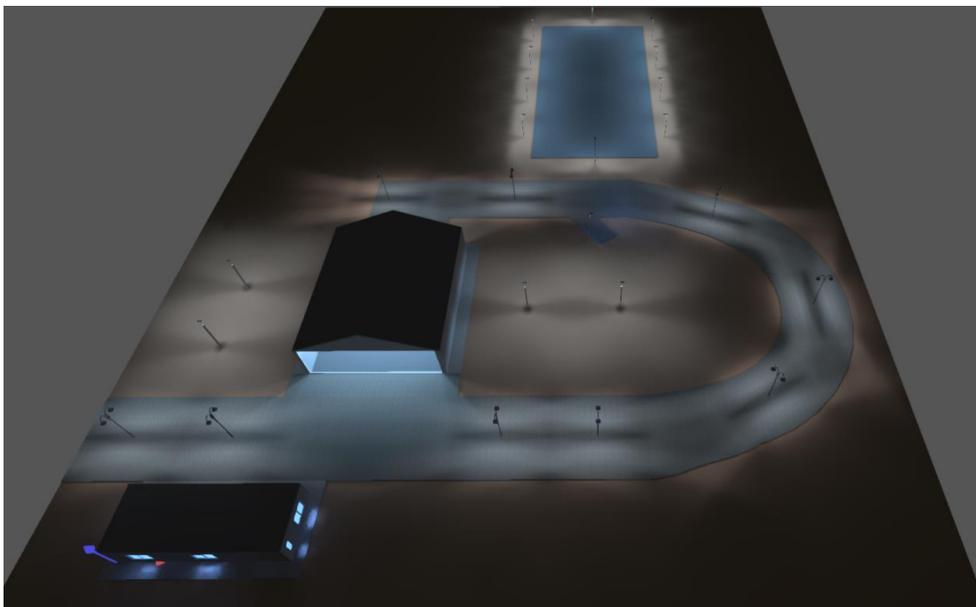


fig. 8. Instalación completa de alumbrado. Fuente: Propia.

CAPÍTULO IV. CARGAS

Una vez diseñado el alumbrado, ya se conoce la potencia a instalar de éste. Complementando el alumbrado con el resto de cargas de la instalación se genera el siguiente listado (Tab. 1). Esto se empleará en el diseño y cálculo de la instalación eléctrica de alimentación de cargas de la planta.

Tab. 1. Listado de cargas de la instalación de la planta de biogás.

LISTADO DE CARGAS						
REF. Nº	NOMBRE DEL EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA INDIVIDUAL	POTENCIA TOTAL	TIPO	CATEGORÍA
1	Piquera (agitador+bomba de carga)	1	16,00 kW/ud.	16,00 kW	Trifásico	Fuerza
2	Triturador "Diablo"	1	8,00 kW/ud.	8,00 kW	Trifásico	Fuerza
3	Agitador para digestor	1	6,00 kW/ud.	6,00 kW	Trifásico	Fuerza
4	Intercambiador de calor+agitador interno	1	4,00 kW/ud.	4,00 kW	Trifásico	Fuerza
5	Soplante de gasómetro para digestor	1	0,18 kW/ud.	0,18 kW	Trifásico	Fuerza
6	Antorcha Biogás	1	0,40 kW/ud.	0,40 kW	Monofásico	Fuerza
7	Termoeléctrico Ducha	1	1,50 kW/ud.	1,50 kW	Monofásico	Fuerza
8	Secador de manos	1	2,20 kW/ud.	2,20 kW	Monofásico	Fuerza
9	Bombeo de alimentación a tornillo prensa	1	2,20 kW/ud.	2,20 kW	Trifásico	Fuerza
10	Bombeo a tanque final	1	2,00 kW/ud.	2,00 kW	Trifásico	Fuerza
11	Otros equipos	1	5,22 kW/ud.	5,22 kW	Tri.y Mono.	Fuerza
12	Equipos de control	0,05	0,26 kW	0,01 kW	Monofásico	Fuerza
13	Báscula de pesaje	0,05	0,26 kW	0,01 kW	Monofásico	Fuerza
14	Cargador de sólidos	0,895	4,67 kW	4,18 kW	Trifásico	Fuerza
15	Enfriador y lavador de gas	0,005	0,03 kW	0,00 kW	Monofásico	Fuerza
16	Toma de corriente de 16A	10	0,15 kW/ud.	1,50 kW	Monofásico	Fuerza
17	Cargador de carretilla elevadora	1	3,40 kW/ud.	3,40 kW	Trifásico	Fuerza
18	Hess Mastauslegerl Barcelona	9	0,04 kW/ud.	0,36 kW	Monofásico	Alumbrado
19	SIMON ALTAIR IYF	4	0,075 kW/ud.	0,30 kW	Monofásico	Alumbrado
20	WE-EF VFL530-SE [R65]	10	0,054 kW/ud.	0,54 kW	Monofásico	Alumbrado
21	WE-EF VFL520 [A60]	1	0,0139 kW/ud.	0,01 kW	Monofásico	Alumbrado
22	SPECTRAL SPG0330246AH	24	0,025 kW/ud.	0,60 kW	Monofásico	Alumbrado
23	SIMON MERAK SXF SA	12	0,049 kW/ud.	0,59 kW	Monofásico	Alumbrado
POTENCIA TOTAL				59,21 kW		

Nótese que se ha incluido la instalación de: un puesto de carga para carretillas elevadoras eléctricas, 10 tomas de corriente (5 para oficinas y 5 para taller), un termo eléctrico y un secador de manos para el aseo.

CAPÍTULO V. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE CARGAS

Los conductores eléctricos son los encargados de transportar la energía eléctrica desde el principio de la instalación hasta los consumos, con adecuadas condiciones de eficiencia y seguridad, tanto para la instalación como para el entorno (Roger, J., Riera, M., Roldán C. (2010)). [2].

V.1. Estructura de los cables aislados

Las canalizaciones eléctricas pueden ser de conductor desnudo o aislado. Para el caso de instalaciones de baja tensión el conductor lleva aislamiento por lo que este será el caso de estudio de este proyecto.

En primer lugar, el cable está formado por un conductor o haz de conductores que pueden ser de cobre o de aluminio. El cobre es el más empleado en instalaciones de baja tensión por: ser mejor conductor eléctrico (resistividad muy baja), tener una mejor conductividad superficial (importante en empalmes), su gran resistencia a la corrosión y su fácil fabricación en forma de finos hilos debido a su ductilidad. Por el contrario, el aluminio es más pesado que el cobre por lo que este último se emplea más en líneas de alta tensión por ser éstas de una longitud elevada.

Los conductores eléctricos pueden ser de disposición unipolar o tripolar (fig. 9). Un cable unipolar tiene un solo conductor, mientras que un cable tripolar tiene varios que llevan señales eléctricas diferentes como pueden ser alimentación, neutro y tierra. Los conductores unipolares tienen una serie de ventajas que hacen que sea la elección preferente para la instalación eléctrica de la planta:

- Mayor capacidad de transporte de energía eléctrica para la misma sección de cable debido a una mayor sección de conductor.
- Facilidad de instalación y manipulación en comparación con conductores tripolares.
- Menor coste.

Rodeando al haz de conductores se coloca el aislamiento. Éste es un material de elevada resistividad que impide la circulación de electricidad fuera de los conductores. El aislamiento puede ser termoplástico o termoestable. Los materiales termoplásticos se deforman/fluyen al calentarse, situación que no se da en los termoestables.

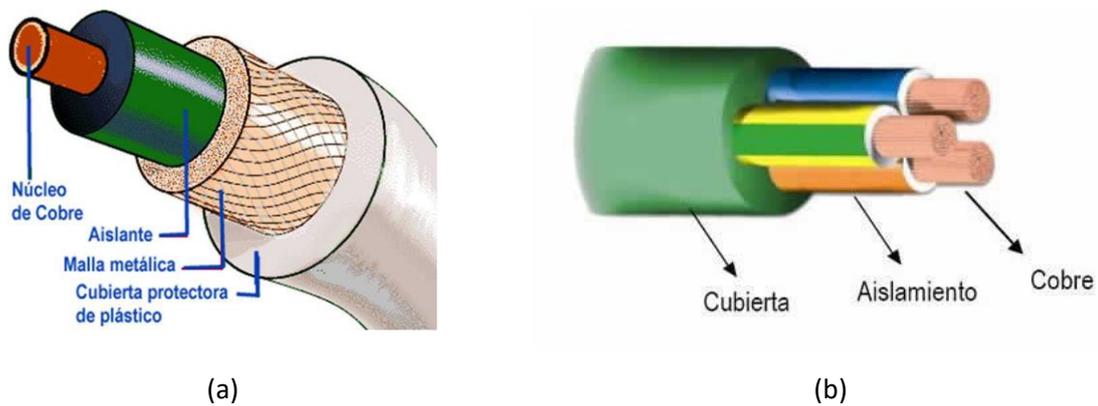


fig. 9. Tipologías de conductores eléctricos: (a) Unipolar y (b) multipolar. Fuente: Varias.

Dentro de los materiales termoplásticos, el más empleado en aislamiento es el cloruro de polivinilo o PVC. El PVC es un aislamiento que tiene la desventaja de no poder ir enterrado debido a su impacto ambiental (contiene plomo), su baja resistencia a la presión y su sensibilidad a la temperatura. Por otro lado, es un aislamiento que supone un coste bajo en comparación con otros. Es por ello que aquellos cables de la instalación eléctrica de la planta que no vayan enterrados llevarán aislamiento de 750V PVC. . El término '750V' se refiere a la tensión nominal del cable, que indica la tensión máxima que el cable está diseñado para soportar de manera continua

Dentro de los materiales termoestables, el más empleado en aislamiento es el polietileno reticulado o XLPE. Este material implica un mayor coste que el PVC, pero resistencia a mayores temperaturas, humedades y presiones lo hace adecuado para instalaciones enterradas. Los cables eléctricos que se dispongan enterrados en la instalación eléctrica de la planta llevarán aislamiento 0,6/1 kV XLPE. El término '0,6/1 kV' se refiere a la tensión nominal del cable, que indica la tensión máxima que el cable está diseñado para soportar de manera continua (0,66 kV entre fase y neutro y 1 kV entre fases). Nótese que el aislante está preparado para soportar tensiones superiores a las de la instalación. Esto es así debido a que se busca reducir el riesgo de fallos eléctricos y aumentar la vida útil del cable. Además, el incremento de coste comparado con el incremento de vida útil obtenido es muy reducido.

Rodeando al aislamiento se disponen, de dentro hacia afuera, los siguientes elementos:

- Armadura: suele ser un elemento de acero que dota al cable de una mayor resistencia mecánica.
- Pantalla: se emplean para mejorar la distribución del campo eléctrico en el interior del cable y para evitar influencias del campo eléctrico interior sobre el exterior y viceversa.
- Cubierta: protege al conductor de factores externos como luz solar, humedad y daños mecánicos.

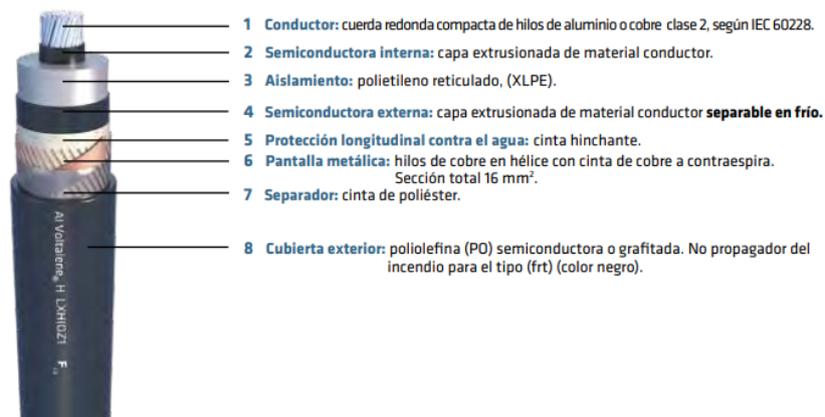


fig. 10. Ejemplo de sección de conductor unipolar. Fuente: Prysmian.

Por norma general, los cables de baja tensión son más sencillos y únicamente llevan aislamiento y cubierta.

V.2. Asignación y dimensionado de circuitos

Tras la identificación de cargas se constituyen los distintos circuitos que conformarán el sistema eléctrico. Para ello se sitúan el cuadro general y dos cuadros secundarios, los cuales albergarán las protecciones tanto eléctricas como diferenciales y los interruptores de corte en carga. Los circuitos de alimentación de cargas se muestran en la Tab. 2. La nomenclatura de estos ofrece la siguiente información:

- Primer acrónimo: Cuadro del que parte la línea. Existen tres cuadros: cuadro general (CG), cuadro secundario nº1 (CS1) y cuadro secundario nº2 (CS2)
- Segundo acrónimo: Zona de la planta de biogás en la que se localizan las cargas alimentadas por la línea. Se distinguen tres zonas: norte (ZN), central (ZC) y sur (ZS).
- Tercer acrónimo: Tipo de carga al que se alimenta. Se distinguen: cargas de alumbrado interior (AI), cargas de alumbrado exterior (AE), cargas de fuerza monofásicas (CFM) y cargas de fuerza trifásicas (CFT). En caso de existir un número al final permite diferenciar al circuito de otro que parta del mismo cuadro y alimenta a otras cargas localizadas en la misma zona.

A modo de ejemplo aclaratorio, el circuito 'CS1.ZC.CFT1' representa una línea que parte del cuadro secundario nº1 para alimentar cargas trifásicas situadas en la zona central de la planta de biogás. El nº1 del final permite diferenciar las cargas alimentadas por esa línea de otras alimentadas por una línea de nomenclatura similar como puede ser la 'CS1.ZC.CFT2'

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

Por medio de la verificación del criterio térmico y del criterio de caída de tensión (véase anexo C) se construye la Tab. 2 donde se muestra la sección de cada circuito con su intensidad de diseño I_B , su intensidad admisible I_z y su caída de tensión acumulada desde el secundario del transformador (inferior al 3% en líneas de alumbrado e inferior al 5% en el resto de líneas). Adicionalmente, se muestra la Tab. 3 donde se ofrecen soluciones comerciales para estos conductores. Estas soluciones no son únicas, pudiendo instalarse conductores de otros fabricantes de características similares.

Tab. 2. Asignación de cargas a circuitos eléctricos y dimensionado de líneas.

CUADRO	CIRCUITO	CARGA REF Nº	POTENCIA IND.	POTENCIA TOTAL	SECCIÓN	nº circ.	I_B	I_z	CdT [%]
GENERAL	TGC	N/A	272,33 kW	272,33 kW	95 mm ²	2	349,41 A	394,57 A	0,30%
	CG.ZS.GEN	N/A	360,00 kW	360,00 kW	95 mm ²	3	577,35 A	591,86 A	1,23%
	CG.ZS.AI	22	0,60 kW	0,60 kW	1,5 mm ²	1	4,70 A	17,75 A	1,01%
	CG.ZS.AE	18	0,20 kW	0,20 kW	6 mm ²	1	1,57 A	41,89 A	0,57%
	CG.ZS.CFM1	7	1,50 kW	5,21 kW	2,5 mm ²	1	18,09 A	24,57 A	0,45%
		8	2,20 kW						
		12	0,01 kW						
		16	1,50 kW						
	CG.ZS.CFM2	6	0,40 kW	0,41 kW	6 mm ²	1	1,43 A	52,36 A	0,02%
		13	0,01 kW						
CG.ZS.CFT	17	3,40 kW	3,40 kW	6 mm ²	1	4,91 A	36,56 A	0,03%	
CG.CS1	N/A	21,05 kW	21,05 kW	6 mm ²	1	28,15 A	36,56 A	0,65%	
CG.CS2	N/A	22,53 kW	22,53 kW	6 mm ²	1	30,10 A	36,56 A	1,76%	
SECUNDARIO Nº1	CS1.ZC.AI	23	0,59 kW	0,59 kW	1,50 mm ²	1	4,70 A	17,75 A	1,01%
	CS1.ZC.AE1	18	0,04 kW	0,20 kW	6 mm ²	1	1,57 A	52,36 A	1,04%
		19	0,15 kW						
		21	0,01 kW						
	CS1.ZC.AE2	19	0,08 kW	0,15 kW	6 mm ²	1	1,17 A	52,36 A	1,23%
		2	8,00 kW						
	CS1.ZC.CFT1	4	4,00 kW	12,00 kW	6 mm ²	1	27,15 A	38,71 A	3,43%
		3	6,00 kW						
CS1.ZC.CFT2	5	0,18 kW	8,18 kW	6 mm ²	1	19,73 A	38,71 A	3,39%	
	10	2,00 kW							
	20	0,54 kW							
SECUNDARIO Nº2	CS2.ZN.AE1	20	0,54 kW	0,54 kW	16 mm ²	1	4,23 A	79,94 A	2,57%
	CS2.ZN.AE2	18	0,12 kW	0,12 kW	6 mm ²	1	0,94 A	47,12 A	2,19%
	CS2.ZN.CFM	15	0,03 kW	0,03 kW	6 mm ²	1	0,13 A	52,36 A	0,02%
	CS2.ZN.CFT	1	16,00 kW	22,38 kW	10 mm ²	1	45,73 A	57,04 A	3,44%
		9	2,20 kW						
		14	4,18 kW						

Tab. 3. Soluciones comerciales de conductores.

CIRCUITO	EQUIPO	MARCA	MATERIAL	TIPOLOGÍA	AISLAMIENTO	SECCIÓN TEÓR. [mm ²]	SECCIÓN COND. [mm ²]	DIÁMETRO EXT. [mm]	L [m]
TCG	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	95,00	95,00	22,50	20,00
CG.ZS.GEN	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	95,00	95,00	22,50	44,00
CG.ZS.AI	Superastic Flex H07V-K	Prysmian	Cu	Unipolar	450/750V PVC	1,50	1,50	3,00	14,00
CG.ZS.AE	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	59,00
CG.ZS.CFM1	Superastic Flex H07V-K	Prysmian	Cu	Unipolar	450/750V PVC	2,50	2,50	3,60	37,00
CG.ZS.CFM2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	62,20
CG.ZS.CFT	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	15,00
CG.CS1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	20,00
CG.CS2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	16,00	16,00	9,50	50,50
CS1.ZC.AI	Superastic Flex H07V-K	Prysmian	Cu	Unipolar	450/750V PVC	1,50	1,50	3,00	27,00
CS1.ZC.AE1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	19,00
CS1.ZC.AE2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	79,00
CS1.ZC.CFT1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	37,00
CS1.ZC.CFT2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	90,00
CS2.ZN.AE1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	16,00	16,00	9,50	108,00
CS2.ZN.AE2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	48,00
CS2.ZN.CFM	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6,00	6,00	7,60	2,75
CS2.ZN.CFT	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	10,00	10,00	8,50	34,00

CAPÍTULO VI. APARAMENTA DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Una vez dimensionadas las líneas se procede a calcular la aparamenta de maniobra de la instalación. Ésta permite la conexión o desconexión (maniobra) de los circuitos en distintos regímenes de funcionamiento.

En un régimen de funcionamiento normal la corriente que circula por el circuito es igual o inferior a la nominal. En estas condiciones, la aparamenta de maniobra más empleada es:

- Interruptor de corte en carga: permite conectar, soportar e interrumpir corrientes nominales. Puede llegar a interrumpir corrientes anormales de sobrecarga, pero no de cortocircuito.
- Seccionador: su apertura se efectúa manualmente cuando no circula corriente por la línea pues no está diseñado para cortar corrientes. Su principal función es hacer visible la apertura del circuito mediante un indicador.
- Interruptor seccionador: combina las funciones de un interruptor de corte en carga con el corte visible que proporciona el seccionador.
- Contactor: permite un elevado número de maniobras con corrientes del orden de la nominal por lo que es muy empleado en automatizaciones de, por ejemplo, motores. No tiene la capacidad de cortar corrientes muy superiores a la nominal.

De las tecnologías anteriores, en la instalación eléctrica de la planta de biogás se instalarán interruptores-seccionadores en cada cuadro para permitir la conexión y desconexión de estos en el momento que se desee. Se elige el tipo de dispositivo anterior debido a que es una solución económica, práctica y que incrementa la seguridad debido al corte visible del seccionador. Para la selección de dispositivos comerciales únicamente han de localizarse soluciones de tensión y corriente nominales iguales o ligeramente mayores a las que tiene el circuito en el que se instalarán. Se proponen las soluciones comerciales de la Tab. 4, pudiendo instalarse otras de características similares.

Tab. 4. Selección de aparamenta de maniobra: interruptor-seccionador.

CUADRO	EQUIPO	MARCA	Polos	U_N^{circ} [V]	U_N^{comerc} [V]	I_N^{circ} [A]	I_N^{comerc} [A]
General	INS250	Scheider	4	400	690	174,70	250
Secundario nº1	INS40	Scheider	4	400	500	28,15	40
Secuntario nº2	INS40	Scheider	4	400	500	30,10	40

Ante un funcionamiento en carga anormal se utiliza la aparatada de protección eléctrica. Ésta permite eliminar o reducir los daños que sufre el circuito eléctrico ante una de las dos situaciones siguientes:

- Sobrecargas: el circuito funciona con corrientes cuyo valor es superior al nominal a razón de entre 3 o 4 veces la intensidad nominal. Las sobrecargas pueden darse debido a situaciones como la conexión de muchas cargas a un mismo circuito, presencia de fallos, etc. Esta situación puede provocar daño en las líneas eléctricas o en las cargas alimentadas.
- Cortocircuito: el circuito funciona con corrientes de valor muy superior a la nominal, del orden de unas 10 hasta unas 100 veces más elevadas. Los cortocircuitos se dan cuando dos conductores entran en contacto, ofreciendo a la corriente un camino de circulación de muy baja resistencia. Debido a ello, esta corriente de cortocircuito incrementa mucho su valor. Esto puede provocar situaciones severas como incendios.

La aparatada de protección se distingue entre:

- Fusibles: son dispositivos de protección diseñados para fundirse ante una corriente de cortocircuito. Suelen combinarse con un interruptor que permite proteger frente a sobrecargas y que además permite el reemplazo del fusible cuando este se funde.
- Interruptor automático: es capaz de interrumpir elevadas corrientes de cortocircuito. Además, también permite la protección frente a sobrecargas.

Los fusibles son elementos de rápida actuación que suponen un coste menor respecto de los interruptores automáticos. Por el contrario, han de ser reemplazados una vez se han fundido. Es por estas desventajas por las que se descarta el uso de fusibles para la protección eléctrica de la instalación de la planta de biogás. Por tanto, la tecnología a emplear serán los interruptores automáticos.

Dentro de los interruptores automáticos se distingue entre interruptor automático (IA) y pequeño interruptor automático (PIA). Los IA tienen capacidad de regulación manual de su intensidad nominal. En el caso de los PIA, su intensidad nominal es fija. Adicionalmente, el poder de corte (PdeC) y la corriente nominal de los IA es muy superior. El poder de corte hace referencia a la máxima corriente de cortocircuito que es capaz de interrumpir esa protección. En función de la línea a proteger, se seleccionará un IA o un PIA. Adicionalmente, los PIA no requieren de mantenimiento.

Los IA y los PIA pueden cortar la corriente mediante dos tipos de disparo: el térmico y el magnético. El disparo térmico (también llamado de sobreintensidad y tiempo inverso) se basa en provocar la apertura del circuito mediante la deformación que sufre el disparador por su calentamiento ante corrientes elevadas. Este disparador está formado por una lámina bimetálica de dos elementos conductores de diferente coeficiente de dilatación. Se emplea en la protección frente a sobrecargas.

Por otro lado, el disparo magnético (también llamado de sobreintensidad y tiempo independiente) se basa en la fuerza electromagnética producida por la corriente en la bobina de un electroimán. Es de actuación rápida por lo que se emplea para la protección frente a cortocircuitos. La FIG muestra los dos tipos de disparo mencionados.

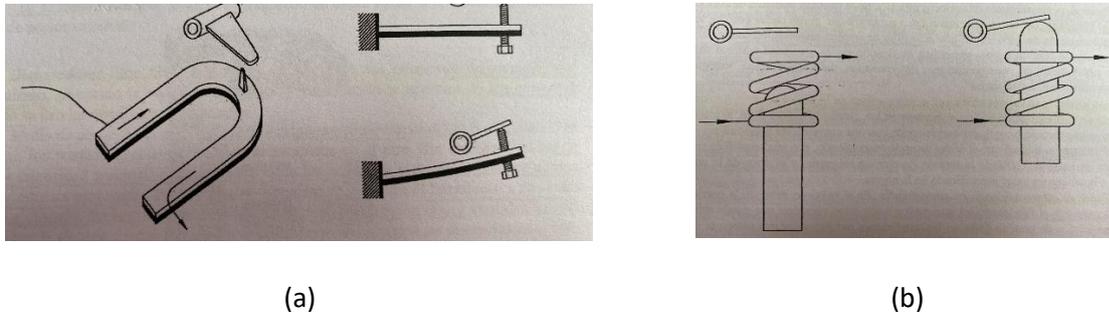


fig. 11. Tipos de disparo del interruptor automático: (a) térmico y (b) magnético. Fuente: Tecnología Eléctrica.

Se proponen, a continuación, una serie de soluciones comerciales para la protección de los distintos circuitos de la instalación (Tab. 5). Estos equipos son propuestas, pudiendo reemplazarse por dispositivos de otros fabricantes de características similares. El cálculo y la verificación de las protecciones eléctricas se encuentra disponible en el anexo D.

Tab. 5. Selección de aparata de protección eléctrica: interruptores automáticos.

CIRCUITO	EQUIPO	MARCA	Polos	I_N [A]	PdeC [kA]
TCG	DPX-250	Legrand	4	190	36
CG.ZS.AI	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CG.ZS.AE	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CG.ZS.CFM1	DX 6000-10kA	Legrand	2	20	10
CG.ZS.CFM2	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CG.ZS.CFT	DX 6000-10kA	Legrand	4	6	10
CG.CS1	DX 6000-10kA	Legrand	4	32	10
CG.CS2	DX 6000-10kA	Legrand	4	32	10
CS1.ZC.AI	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CS1.ZC.AE1	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CS1.ZC.AE2	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CS1.ZC.CFT1	DX 6000-10kA	Legrand	4	32	10
CS1.ZC.CFT2	DX 6000-10kA	Legrand	4	20	10
CS2.ZN.AE1	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CS2.ZN.AE2	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CS2.ZN.CFM	DX 6000-10kA	Legrand	2	6	10
CS2.ZN.CFT	DX 6000-10kA	Legrand	4	50	10
CG.ZS.GEN	DPX-250	Legrand	4	195	36

CAPÍTULO VII. PROTECCIÓN CONTRA CHOQUE ELÉCTRICO

El paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano entraña efectos como agarrotamiento muscular, quemaduras e incluso la muerte. Los factores principales que influyen sobre la peligrosidad de la corriente son su valor eficaz, su frecuencia, la duración de la descarga y la trayectoria de la misma en el interior del cuerpo.

Existen dos tipos de contacto con la corriente: directo e indirecto. El contacto directo se da cuando una persona entra en contacto con un elemento de la instalación que está normalmente en tensión, como puede ser un conductor eléctrico. Frente a este tipo de contactos existen soluciones como evitar que se pueda producir el contacto mediante el uso de barreras u obstáculos. También pueden emplearse tensiones no peligrosas que, de ser aplicadas durante un tiempo indefinido, no causen daño alguno al cuerpo.

El contacto indirecto se da cuando una persona entra en contacto con una parte de la instalación que, en condiciones de operación normal, no está en tensión pero que debido a una falla de aislamiento sí lo está (estos elementos se denominan masas). La solución frente a este tipo de contactos es emplear dispositivos que desconecten la instalación de la red rápidamente cuando se detecte un defecto en la instalación. Estos dispositivos se denominan interruptores diferenciales. Otra posible solución frente a este tipo de contactos es minimizar las tensiones de contacto que puedan aparecer en las masas en caso de falla para que no sean peligrosas. Esto se consigue mediante las instalaciones de la puesta a tierra. Puede lograrse que la aparición de masas bajo tensión sea imposible mediante el uso exclusivo de material eléctrico de clase II. Este material tiene doble aislamiento, lo cual reduce el riesgo de descarga eléctrica.

VII.1. Instalación de puesta a tierra

Se define puesta a tierra (PAT) como la unión eléctrica, sin protección, de una parte del circuito eléctrico o de una masa con un electrodo o un grupo de electrodos enterrados en el suelo. Estos electrodos suelen ser de cobre. La PAT tiene dos objetivos: permitir el paso a tierra las corrientes de defecto o los rayos y lograr que en la instalación eléctrica y su entorno próximo no aparezcan tensiones peligrosas. La corriente de defecto I_d es la que circula por la masa hasta el electrodo de tierra debido a la falla eléctrica. Ésta se difunde por el terreno alterando la distribución de potenciales. Cabe mencionar que la distribución de potenciales en el terreno depende de la forma y dimensiones del electrodo que se instala además de las características del terreno (fig. 12).

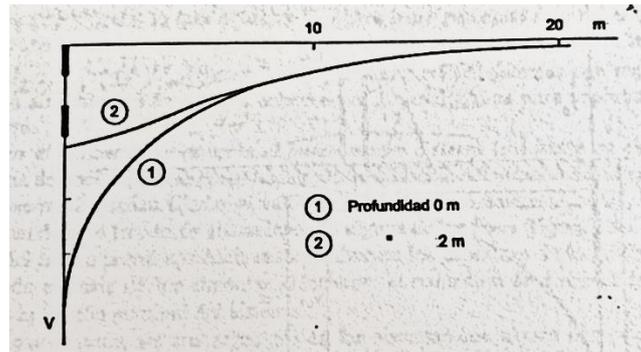


fig. 12. Ejemplo de distribución de potenciales en el terreno para un electrodo en forma de pica vertical. Fuente: Tecnología Eléctrica.

Esta distribución de potenciales es importante para conocer la tensión de contacto y la tensión de paso. Cuando por un electrodo de PAT circula una corriente de defecto, todas las masas conectadas a ella adquieren su mismo potencial. Con ello, se define la tensión de contacto como la diferencia de potencial que aparece entre la masa y el punto del terreno en el que está la persona u otra masa accesible por ella. En el caso de alta tensión, se define tensión de paso como la diferencia de potencial que existe entre los pies de una persona cuando ésta se encuentra en un terreno con una cierta distribución de potenciales. Estos dos conceptos se clarifican en la fig. 13.

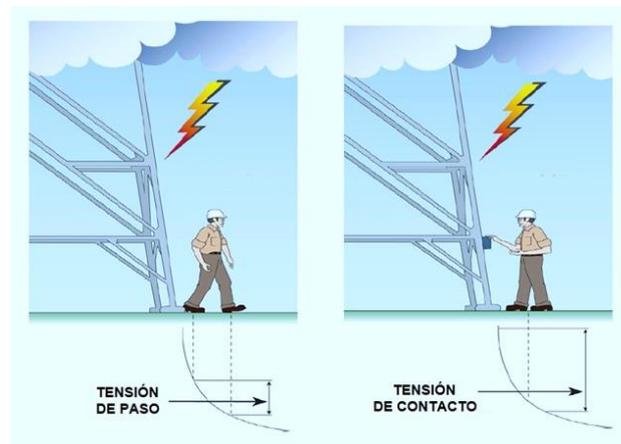


fig. 13. Tensión de paso y tensión de contacto. Fuente: Sector Eléctrico.

La instalación de puesta a tierra de la planta se divide en la parte de alta y baja tensión:

- Puesta a tierra de las masas del centro de transformación y del neutro del transformador (Alta Tensión).
- Puesta a tierra de las masas de Baja Tensión.

Asimismo, se considera una resistividad del terreno $\rho=275 \Omega \cdot m$ debido a la composición multicapa del mismo.

VII.1.1. Puesta a tierra del centro de transformación: Alta Tensión

En el interior del centro de transformación todas las masas se deben poner a tierra. Esta puesta a tierra debe ser independiente de la puesta a tierra de las masas de baja tensión. Esto es debido a que, en el centro de transformación, pueden aparecer tensiones de contacto del orden de kV debido a la alta tensión que se maneja en el mismo. De no estar separadas, una falla eléctrica en las masas de alta tensión se transferirían a las de baja tensión con el peligro que ello supone. Por otro lado, el neutro del transformador debe ponerse a tierra para garantizar la seguridad de las personas ya que una falla también puede dar lugar a tensiones peligrosas. La fig. 14 muestra un ejemplo de estas PAT.

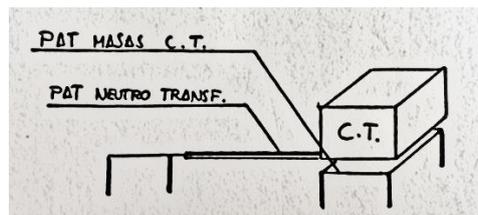


fig. 14. Ejemplo de esquema de puesta a tierra (PAT) de centro de transformación (CT). Fuente: Propia.

Para el diseño de las puestas a tierra anteriores Unidad Eléctrica, S.A. (UNESA) proporciona tablas de dimensionado de electrodos en su documento 'Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría'. [4]. A partir de este documento y de las dimensiones de la caseta del centro de transformación se dimensionan los electrodos de alta tensión:

- Electrodo de puesta a tierra de masas de alta tensión: ref. 50-25/5/42 de las tablas de UNESA, anillo rectangular (5x2,5 m) enterrado a 0,5 m con 4 picas. Se obtiene así un valor $R_t=26,75 \Omega$.
- Electrodo de puesta a tierra del neutro del transformador: ref. 5/22 de las tablas de UNESA, picas en hilera unidas por un conductor horizontal con distancia entre picas de 3 m. Este electrodo se colocará a una distancia de 20 m del electrodo de PAT de las masas de alta tensión. Se obtiene así un valor de $R_B=60,3 \Omega$.

Estos electrodos serán de cobre debido a su buena conductividad.

VII.1.2. Puesta a tierra de las masas de Baja Tensión

Este sistema es el encargado de proteger a los usuarios en caso de defecto en las masas de baja tensión minimizando las tensiones de contacto. Por ello, se conectan a tierra todos los elementos de la instalación considerados como masas: envolventes y carcasas metálicas de aparatos eléctricos, armaduras metálicas de conductores, etc.

El REBT distingue tres esquemas de distribución de PAT de las masas de baja tensión en función de la PAT de las mismas y de la PAT del neutro del transformador:

- Esquema TT: el neutro del transformador se conecta a tierra empleando una instalación de PAT independiente del de las masas de baja tensión. Este es el esquema más empleado en pequeñas y medianas plantas industriales y el que se empleará en la planta de biogás.
- Esquema TN: consta de una única instalación de PAT donde se conecta el neutro del transformador y las masas de baja tensión.
- Esquema IT: las masas de baja tensión tienen su propia PAT mientras que el neutro del transformador se mantiene aislado.

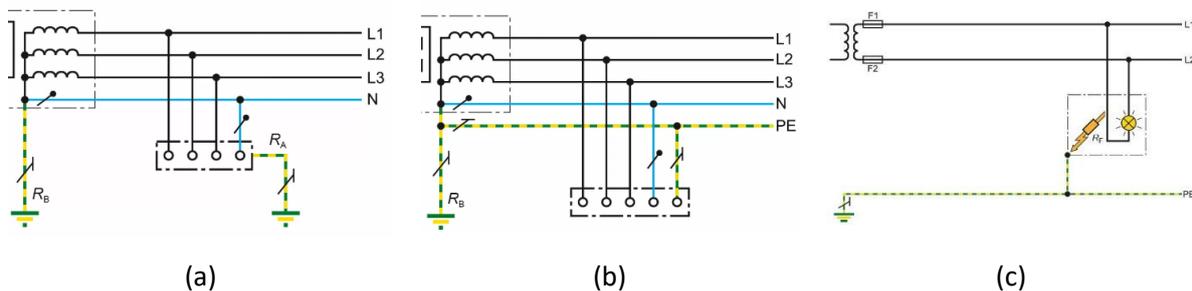


fig. 15. Esquema de distribución de puesta a tierra (a) TT, (b) TN y (c) IT. Fuente: Bender Iberia.

El electrodo de puesta a tierra de las masas de baja tensión se dimensiona para obtener un valor de resistencia de $R_A < 30 \Omega$. Con esta condición se diseña un electrodo de PAT de las masas de baja tensión en forma de anillo rectangular (8x4 m) sin picas enterrado a 0,5 m de profundidad, obteniéndose con ello una $R_A = 22,92 \Omega$. Este electrodo estará alejado una distancia superior a 20 metros de la PAT de las masas del centro de transformación.

Para la conexión de las masas de baja tensión a su electrodo de toma de tierra correspondiente se emplean los conductores de protección. Estos conductores conectan las masas con una bornera que existe en el cuadro al que se conectan dichas masas. Si ese cuadro es secundario, de él saldrá otro conductor de protección que irá al cuadro general. Este conductor tendrá una sección igual a la mayor sección del conductor de protección que recoge la bornera. Del cuadro general sale un conductor de cobre desnudo (conductor de PAT) que realiza la conexión de la bornera del cuadro general con el electrodo de PAT de las masas de baja tensión. El reglamento establece una sección mínima para este cable de 25 mm^2 , aunque un valor típico en la práctica es 35 mm^2 . Por ello, la sección del conductor de puesta a tierra en la planta de biogás será de 35 mm^2 .

A continuación, se muestra la Tab. 6 con el dimensionado de los conductores de protección de la instalación los cuales dispondrán de protección mecánica.

Tab. 6. Selección de conductores de protección.

CIRCUITO	EQUIPO	MARCA	MATERIAL	TIPOLOGÍA	AISLAMIENTO	S_{PE} [mm ²]	S_{PE}^{com} [mm ²]	D_{ext} [mm]	L [m]
CG	Cobre desnudo (IEC228/CEI 20.29 Cl.2)	Electroniquel	Cu	Unipolar	N/A	35	35	5,1	48
CS1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	20
CS2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	16	16	9,5	50,5
CS1.ZC.CFT1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	37
CS1.ZC.CFT2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	90
CS2.ZN.CFT	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	10	10	8,5	34
CG.ZS.AI	Superastic Flex H07V-K	Prysmian	Cu	Unipolar	450/750 V PVC	1,5	1,5	3	14
CG.ZS.AE	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	59
CS1.ZC.AI	Superastic Flex H07V-K	Prysmian	Cu	Unipolar	450/750 V PVC	1,5	1,5	3	27
CS1.ZC.AE1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	19
CS1.ZC.AE2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	79
CS2.ZN.AE1	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	16	16	9,5	108
CS2.ZN.AE2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	48
CG.ZS.CFT	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	15
CG.ZS.CFM1	Superastic Flex H07V-K	Prysmian	Cu	Unipolar	450/750 V PVC	2,5	2,5	3,6	37
CG.ZS.CFM2	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	62,2
CS2.ZN.CFM	Retenax Valio RV-K/RV-R	Prysmian	Cu	Unipolar	0,6/1 kV XLPE	6	6	7,6	2,75

VII.1.3. Protección frente a choque eléctrico

El esquema de distribución TT adoptado para la planta de biogás requiere de la utilización de dispositivos específicos para la protección frente a contactos indirectos. Estos dispositivos son los interruptores diferenciales.

Los interruptores diferenciales (o diferenciales a secas) son elementos que detectan las corrientes de fugas desde conductores activos de la instalación (fases y neutro) a las masas en caso de falla eléctrica. Tienen la capacidad de detectar corrientes muy bajas, del orden de decenas de miliamperios. Su función principal no es reducir las tensiones de contacto como el sistema de puesta a tierra sino limitar el tiempo que dura la descarga eléctrica una vez se produce.

Un parámetro característico de los diferenciales es su sensibilidad I_{Δ} que es el valor de la corriente de defecto a partir de la cual el dispositivo abre el circuito. Los diferenciales también cuentan con poder de corte elevado pues las corrientes de defecto no tienen por qué ser bajas, aunque no están pensados para trabajar frente a sobrecargas y cortocircuitos por lo que deben protegerse mediante IAs o PIAs.

En la planta de biogás se instalará un diferencial tipo S (con retardo) en el cuadro general y un diferencial por circuito de alimentación. El diferencial tipo S tiene una menor sensibilidad que el resto de diferenciales a instalar y además tiene un cierto retardo en el disparo. La asociación de diferenciales, uno de ellos tipo S, se clarifica en la fig. 16. Téngase en cuenta que, en la figura, el tiempo que tarda el diferencial en disparar está definido por la zona 'rallada'.

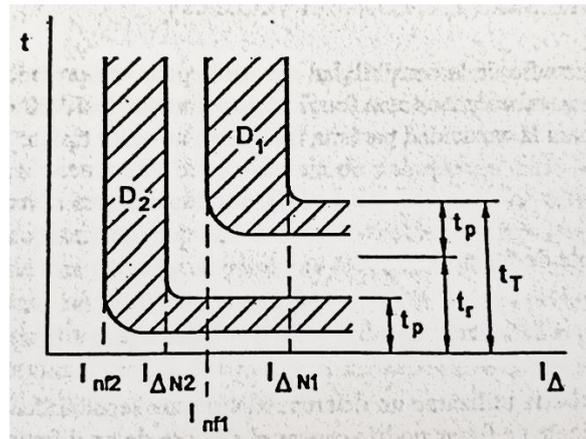


fig. 16. Asociación de diferenciales en cascada (D1 tipo S). Fuente: Tecnología Eléctrica.

A continuación, se muestra la Tab. 7 con una propuesta de diferenciales comerciales a instalar en la planta de biogás. Estas soluciones no son únicas, pudiendo instalarse equipos de otros fabricantes de características similares. Nótese que 'BD' hace referencia a bloque diferencial, entendiéndose este como un relé con un toroidal que actúa sobre el interruptor automático cuando detecta la fuga.

Tab. 7. Selección de relés e interruptores diferenciales.

CIRCUITO	EQUIPO	MARCA	Polos	I_N [A]	t_d [s]	I_Δ [mA]
TGC	DPX-250 (BD)	Legrand	4	250	0,1	1000
CG.ZS.AI	iID K	Schneider	2	25	0	30
CG.ZS.AE	iID K	Schneider	2	25	0	30
CG.ZS.CFM1	iID K	Schneider	2	25	0	30
CG.ZS.CFM2	iID K	Schneider	2	25	0	30
CG.ZS.CFT	iID	Schneider	4	25	0	30
CS1.ZC.AI	iID K	Schneider	2	25	0	30
CS1.ZC.AE1	iID K	Schneider	2	25	0	30
CS1.ZC.AE2	iID K	Schneider	2	25	0	30
CS1.ZC.CFT1	iID	Schneider	4	40	0	300
CS1.ZC.CFT2	iID	Schneider	4	25	0	300
CS2.ZN.AE1	iID K	Schneider	2	25	0	30
CS2.ZN.AE2	iID K	Schneider	2	25	0	30
CS2.ZN.CFM	iID K	Schneider	2	25	0	30
CS2.ZN.CFT	iID	Schneider	4	63	0	300
CG.ZS.GEN	DPX-250 (BD)	Legrand	4	250	0,1	300

CAPÍTULO VIII. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación representa el espacio de la instalación destinado a albergar el transformador, las celdas de medida y las celdas de línea. El transformador es el elemento que transforma la energía de la red en alta tensión a la baja tensión de la planta y viceversa. La transformación se realiza mediante diferentes bobinados que generan tensiones electromagnéticas cuando circula flujo magnético a través de ellos. Este existe en dos formatos diferenciados dependiendo de cómo sea su refrigeración (fig. 17): seco o en aceite.



fig. 17. Transformador (a) seco o (b) en aceite. Fuente: Todo Eléctrico.

Las celdas de línea son las empleadas por la compañía eléctrica para la maniobra del sistema eléctrico. Una de esas celdas, es la celda de entrada por la que se recibe energía eléctrica en la planta. La celda de protección se encarga de proteger al transformador frente a sobrecargas y cortocircuitos. Las celdas de medida pertenecen al titular y se encargan de medir energía eléctrica consumida o generada mediante transformadores de medida y sus respectivos contadores.

Para el dimensionamiento del centro de transformación se empleará el software Amikit del fabricante ORMAZABAL. Se debe prever una potencia de transformador suficiente para evacuar los 250 kW que es capaz de producir el generador eléctrico de la planta. Es por ello que la potencia aparente del transformador se estima en 400 kVA, dejando holgura suficiente en caso de querer instalarse un generador de potencia superior.

Es importante recalcar que el centro de transformación de la planta de biogás es punta de línea. Por ello, este centro constará de una única celda de entrada y ninguna de salida. Otra característica importante del centro es que es de cliente.

A partir de los parámetros de diseño indicados en el anexo F se diseña el centro de transformación con el software Amikit. Éste da como resultado los siguientes elementos principales:

- Centro de transformación: envolvente única en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.
- Caseta: prefabricada, con envolvente de hormigón y estructura monobloque. La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.
- Envolvente: se compone de dos partes, una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo. Se fabrica de hormigón armado vibrado. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k Ω respecto de la tierra de la envolvente. Se dispone también de un mallazo metálico que da lugar a una superficie equipotencial en el interior del centro. Este mallazo se conecta a la PAT de las masas de alta tensión.
- Accesos: en la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL o similar que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.
- Alumbrado: El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor.
- Celda de línea (entrada): se propone el modelo cgmcosmos-l del fabricante ORMAZABAL o similar. Ésta consta de un interruptor seccionador de maniobra con accionamiento motorizado. Va alojada en el recinto del centro perteneciente a la compañía suministradora y su envolvente es de chapa galvanizada.
- Celda de protección: se propone el modelo cgmcosmos-p del fabricante ORMAZABAL o similar. La protección será con fusibles para cortocircuitos e interruptores automáticos para sobrecargas y defectos a tierra, todo ello en alta tensión. También dispone de interruptor seccionador. Va alojada en el recinto del centro perteneciente a la compañía suministradora y su envolvente es de chapa galvanizada.
- Celda de medida: se propone el modelo cgmcosmos-m del fabricante ORMAZABAL o similar. Ésta incorpora transformadores de tensión e intensidad que proporcionan los calores a los aparatos de medida y control. Va alojada en el recinto del centro perteneciente al cliente y su envolvente es de chapa galvanizada.
- Transformador: se propone el transformador seco de 24 kV de ORMAZABAL o similar, de 400 kVA y refrigeración natural seca. Su relación de transformación es de 20/0,42 kV en vacío. Su conexión es Dyn. Va alojado en el recinto del centro perteneciente al cliente.
- Cuadro de baja tensión: alojará los fusibles de cortocircuitos e interruptores automáticos frente a sobrecargas, todo ello en baja tensión. Adicionalmente, cuenta con interruptor de corte en carga. Va alojada en el recinto del centro perteneciente al cliente y su envolvente es de chapa galvanizada.

Las dimensiones de los equipos comentados se encuentran en el documento PLANOS.

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que el campo magnético del centro de transformación no supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre. Esto es debido a que existen numerosos estudios científicos que sostienen una relación entre la intensidad del campo magnético y el riesgo de aparición de enfermedades como la leucemia infantil. Así, la Organización Mundial de la Salud (OMS) califica al campo magnético como potencialmente carcinógeno.

El RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas fija los valores máximos admisibles para la inmisión de campo magnético producido por las instalaciones eléctricas de frecuencia industrial en los lugares en que habiten o puedan permanecer, habitualmente, personas. [5]. Para el caso concreto de la frecuencia de la red de la planta de biogás (50 Hz) el RD fija un valor máximo admisible de campo magnético de 100 μ T en las proximidades del centro de transformación.

Tras la realización del estudio con el software CRMAGPLUS se aprecia como el campo magnético supera los 100 μ T hasta una distancia de 1,5 m del centro de transformación (véase anexo E). La solución propuesta para la supresión de riesgo de las personas es la instalación de una valla perimetral de acceso al centro de transformación separada 2 m de este. De esta manera, se evita que personal no cualificado pueda acercarse a la zona de mayor riesgo magnético.

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES Y ODS

En el presente proyecto se ha llevado a cabo el diseño de la instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de la futura planta de biogás de Aras de los Olmos. El proyecto ha sido diseñado en su totalidad en base a los requisitos marcados por la normativa aplicable a este tipo de proyectos. Adicionalmente, se ha generado toda la documentación necesaria para la ejecución del mismo. Finalmente, se ha realizado una valoración económica del proyecto completo. Por ello, se concluye que el proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos es perfectamente ejecutable bajo un presupuesto de ejecución por contrata aproximado de **DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL OCHOCIENTOS DOCE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS (222.812,11 €)**.

Como posibles extensiones al presente proyecto se considera el dimensionamiento de la línea de alta tensión de evacuación y el diseño de su respectivo centro de maniobra. Otra posible extensión al proyecto sería la instalación de un pararrayos.

Este proyecto se alinea con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): [9]

- ODS nº3, Salud y bienestar: trata de garantizar una vida sana y la promoción del bienestar para todas las personas.
- ODS nº7, Energía asequible y no contaminante: trata de promover el uso de energías limpias no contaminantes.
- ODS nº8, Trabajo decente y crecimiento económico: trata de conseguir un aumento del empleo de calidad que derive en la reducción del desempleo y aumenten la productividad y el consumo.
- ODS nº9, Industria, innovación e infraestructura: trata de actualizar constantemente la industria para que sea más productiva y menos contaminante a través de la innovación.
- ODS nº12, Producción y consumo responsables: trata de apostar por que los sistemas de producción respeten el entorno y que sean sostenibles para incentivar un consumo sostenible.
- ODS nº13, Acción por el clima: trata de adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos.
- ODS nº15, Vida de ecosistemas terrestres: trata de proteger el ecosistema y de gestionar el uso de recursos de manera sostenible.

El presente proyecto permite obtener la preceptiva licencia para la construcción de la planta de biogás en Aras de los Olmos. Este tipo de instalaciones se consideran energía limpia debido a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, aprovechamiento de residuos, fuente de energía renovable al provenir de recursos naturales y su potencial de circularidad en la gestión de residuos y la producción de energía. La instalación eléctrica para la planta es un paso más para poder construir una infraestructura de energía limpia (ODS nº 3, 7, 9, 12, 13 y 15). Además, la creación de la planta de biogás generará nuevos empleos alineados con la sostenibilidad (ODS nº 8).

CAPÍTULO X. REFERENCIAS

- [1] [Diferencias entre las distintas tecnologías de iluminación](#). Greendök, 11 de noviembre 2014.
- [2] Roger, J., Riera, M., Roldán C. (2010). *Tecnología Eléctrica*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- [3] Ministerio de Ciencia y Tecnología (2002). [Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión](#). 18 de septiembre de 2002. Madrid.
- [4] UNESA (1989). [Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría](#). Madrid.
- [5] Ministerio de la Presidencia (2001), [Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas](#). 29 de septiembre de 2001. Madrid.
- [6] Faci Green, P. (2010), *Instalación eléctrica en BT para conjunto de 37 viviendas con garaje*. Junio de 2010, Zaragoza.
- [7] Hernández García, P. J. (2015), *Instalación eléctrica de una fábrica de armarios eléctricos*. 2015, Sevilla.
- [8] Ministerio de Medio Ambiente (2022). [Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos](#). 9 de abril de 2022. Madrid.
- [9] [Qué son los 17 ODS y la Agenda 2030](#). Educo, 23 de septiembre de 2019.
- [10] Ministerio de Vivienda (2006). [Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación](#). 28 de marzo de 2006. Madrid.
- [11] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (2023). [Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo](#). 12 de mayo de 2023. Madrid.

- [12] Asociación Española de Normalización (2022). [Norma UNE-EN 12464-1 'Luz e iluminación, Iluminación en los lugares de trabajo Parte 1: Lugares de trabajo en interiores'](#). Diciembre 2022. Madrid.
- [13] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008). [Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior](#). 19 de noviembre de 2008. Madrid.
- [14] Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2014). [Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban 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](#). 9 de junio de 2014. Madrid.

CAPÍTULO XI. CATÁLOGOS

CATÁLOGO	FABRICANTE	ÚLTIMA CONSULTA
PacT Series, ComPact NSX ComPact INS/INV Master Pact NW, Power Circuit Breakers and Switch-Disconnecter (Direct Current from 16 to 4000 A).	Schneider Electric	01/07/2023
Dispositivos de corte y protección (Libro 05).	Legrand	01/07/2023
Acti 9, La eficiencia que mereces.	Schneider Electric	01/07/2023
Cables para Baja Tensión, Catálogo General.	Prysmian	01/07/2023
Puesta a tierra.	Electroníquel	01/07/2023
Selección de luminarias (sin vínculo)	DIALux	01/07/2023

ANEXO A. DISEÑO DE INSTALACIÓN DE ALUMBRADO INTERIOR

A.1. Tecnologías de alumbrado

Para el comienzo del diseño de la instalación resulta conveniente seleccionar el tipo de tecnología se desea emplear. Para ello se realiza una comparativa entre los distintos tipos de alumbrado existentes (Tab. 8). [1]

Tab. 8. Tipologías de alumbrado.

Tipología	Descripción	Ventajas	Desventajas
Incandescente	Emisión de luz cuando una corriente eléctrica circula por un conductor eléctrico (normalmente tungsteno) que se calienta y se pone al rojo blanco.	<ul style="list-style-type: none"> Tecnología más económica de todas. Colores más cálidos en comparación con tecnología fluorescente y halógena. Emisión de luz alta. 	<ul style="list-style-type: none"> Energéticamente ineficiente. Vida útil muy corta. Alta emisión de calor respecto a emisión de luz.
Halógeno	Mejora del alumbrado incandescente con mismo principio de funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> Encendido instantáneo. Buena emisión de luz adecuada a espacios de trabajo. Tamaño más compacto que otras tecnologías. Mayor eficiencia que a tecnología incandescente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alta emisión de calor respecto a emisión de luz. Necesidad de instalación específica con pequeño transformador. Riesgo de desvitrificación (fusión del filamento al contacto de la luminaria con las manos). Menor eficiencia que otras tecnologías como la LED.
Fluorescente	Tubo relleno de fósforos que transforman la radiación ultravioleta en luz visible.	<ul style="list-style-type: none"> Elevada vida útil. No existe desprendimiento de calor. Bajo consumo de energía eléctrica. Emisión de luz de hasta 6 veces más que la tecnología incandescente. 	<ul style="list-style-type: none"> Coste elevado. Tonos de color fríos. En caso de rotura, presentan elevada toxicidad debido a su contenido en mercurio. La iluminación puede tener una discontinuidad apreciable.
LED	Emisión de luz cuando circula corriente a través de una serie de diodos LED.	<ul style="list-style-type: none"> Menor consumo energético de las tecnologías existentes. No contiene sustancias tóxicas. Vida útil más elevada de las tecnologías existentes. Encendido instantáneo. Mayor eficiencia de las tecnologías existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Coste elevado. Menor potencia que el alumbrado halógeno. Regulación compleja.

A partir de la tabla anterior se construye una matriz de decisión (Tab. 9). Sopesando criterios como la eficiencia energética y la vida útil se elige la tecnología LED para las luminarias de interior.

Tab. 9. Matriz de decisión para selección de alumbrado interior.

Tecnología de alumbrado					
Criterios	Ponderación	Tipología			
		Incandescente	Halógeno	Fluorescente	LED
Eficiencia	0,4	2	7	9	10
Vida útil	0,3	2	7	9	10
Coste	0,3	10	9	8	7
TOTAL	1	4,4	7,6	8,7	9,1

A.2. Diseño de oficina de edificio de control

A.2.1. Criterios de diseño

La norma (UNE-EN 12464-1) establece los requisitos mínimos que debe cumplir la iluminación en función del tipo de área de trabajo. Accediendo al capítulo correspondiente de la norma se identifican (Tab. 10) los requisitos mínimos para un espacio de trabajo en el que se realizan tareas de escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos, etc.

Tab. 10. Requisitos básicos según tabla 34 de la norma.

Tarea	Ref. norma	E_m (lux)		U_o	R_a	R_{UGL}	$E_{m,z}$	$E_{m,pared}$	$E_{m,techo}$
		Requerido	Modificado				(lux)	(lux)	(lux)
Procesamiento de datos	34.2	500	1000	0,6	80	19	150	150	100

Donde:

- E_m es la iluminancia mantenida. La tabla marca la mínima requerida para el área interior en que se realiza la actividad.
- U_o es la uniformidad de iluminancia. La tabla marca el mínimo.
- R_a es el índice de reproducción cromática. La tabla marca el mínimo.
- R_{UGL} es el límite de reflectancia para el deslumbramiento. La tabla marca el valor máximo.
- $E_{m,z}$ es la iluminancia cilíndrica mantenida para el reconocimiento de personas y objetos. La tabla marca el valor mínimo.
- $E_{m,pared}$ y $E_{m,techo}$ son las iluminancias mantenidas en paredes y techo respectivamente.

La norma proporciona una recomendación de pasos de iluminancia. Estos son: 5-7,5-10-15-20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000-7500-10000.

El valor de la iluminancia mantenida debe cumplir, como mínimo, el requisito de la Tab. 10 y debe emplearse para condiciones visuales normales. En caso de que se dé alguno de los siguientes casos (modificadores de contexto), la norma recomienda incrementar en uno o dos pasos la escala de iluminancias (un paso si se cumplen una o dos condiciones y dos pasos en caso de cumplirse más de dos condiciones):

- La visualización en el trabajo es crítica.
- Los errores son costosos de rectificar.
- La precisión, una mayor productividad o concentración son de gran importancia.
- Los detalles de los objetos en la tarea son de tamaño inusualmente pequeño o de bajo contraste.
- La tarea se realiza durante un tiempo inusualmente largo.
- El área de actividad tiene poca luz natural.
- La capacidad visual del trabajador es inferior a la normal.

Para nuestra aplicación concreta, se emplearán los valores mínimos requeridos ya que se considerará que no se da ninguna de las situaciones modificadoras de contexto anteriores

A.2.2. Selección de luminarias

La norma incorpora recomendaciones referentes a la distribución de luminarias. Según esto, deben evitarse:

- Luminancias demasiado elevadas que puedan producir deslumbramiento.
- Variaciones de luminancia elevadas pues causan fatiga debido a la readaptación de los ojos.
- Luminancias y contrastes demasiado bajos que provoquen un ambiente de trabajo monótono y poco estimulante.

Mediante la selección y distribución de luminarias que permitan obtener los valores de iluminancia (y resto de parámetros) mínimos establecidos en el subapartado anterior se considerará adecuado el diseño de la instalación de alumbrado interior

El diseño de la instalación de alumbrado interior se considerará adecuado cuando, mediante la selección y distribución de luminarias, se obtienen (en el local) los valores de iluminancia y demás parámetros mínimos estipulados en el subapartado anterior. Para la evaluación de estos factores se empleará el software DIALux Evo. Este software es el estándar mundial en software de diseño de iluminación. Éste permite la introducción de los valores mínimos de los criterios de diseño.

DIALux Evo incorpora un buscador de luminarias con datos de distintos fabricantes. Estableciendo las características deseadas de las luminarias el buscador nos proporciona diversas opciones. Para todos los espacios interiores se seleccionarán luminarias interiores empotradas en el techo, de tal manera que no obstaculicen el paso de los operarios. Además, el tipo de luminaria será rectangular, asegurando así la iluminación de todas las superficies del área de trabajo (incluyéndose esquinas).

Para la selección de luminarias deben conocerse los lúmenes necesarios a proporcionar. Para ello se mide el área de trabajo y se realiza la conversión de *lux* a *lm* sabiendo que $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$. El área de la oficina es de 22 m^2 , aunque en el cálculo se considerará un área efectiva menor debido a la existencia de mobiliario. El área ocupada por el mobiliario se denomina espacio marginal y se considerará de 1 metro desde las paredes para todos los locales interiores. La iluminancia mínima para la oficina son 500 lux, los cuales (realizando la transformación) se corresponden con un mínimo de 11000 lm en total. Con la intención de no seleccionar una luminaria de potencia excesiva se colocarán varias luminarias de menor potencia. Esto ayudará a verificar el criterio de uniformidad de la luz.

La selección de luminarias se elige en base a su estética y su asequibilidad. Para la oficina, se dispondrán 6 luminarias de la marca SPECTRAL modelo SPG0330246AH (fig. 18).

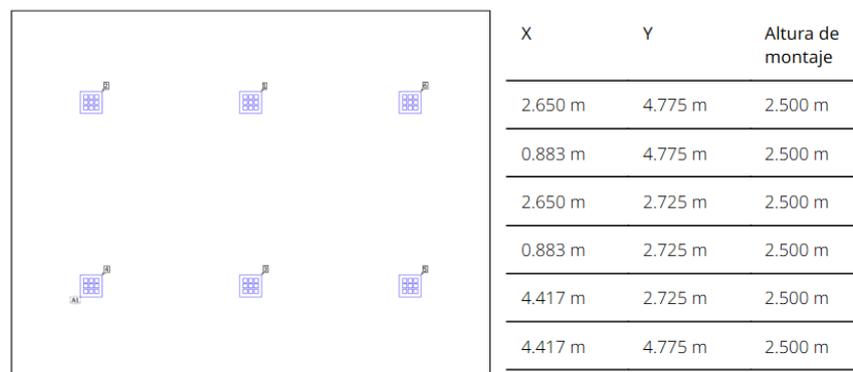


fig. 18. Disposición de luminarias en oficina. Fuente: Propia.

A continuación, se muestra la verificación de los parámetros mínimos (fig. 19).

Resultados					
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	725 lx	$\geq 500 \text{ lx}$	✓	WP3
	g_1	0.71	≥ 0.60	✓	WP3
	Potencia específica de conexión	21.65 W/m ²	-		
		2.99 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	18	≤ 19	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[233.93 - 371.25] kWh/a	máx. 800 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	6.90 W/m ²	-		
		0.95 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 4.100 m x 5.300 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Oficinas (34.2 Escribir, máquina de escribir, lectura, tratamiento de textos)

fig. 19. Verificación de alumbrado de oficina. Fuente: Propia.

A.3. Diseño de baño y vestuario de edificio de control

A.3.1. Criterios de diseño

La norma establece los siguientes requisitos para guardarropa, baños, vestuarios, taquillas, duchas, lavabos y aseos (Tab. 11):

Tab. 11. Requisitos básicos según tabla 10 de la norma.

Tarea	Ref. norma	E _m (lux)		U _o	R _a	R _{UGL}	E _{m,z} (lux)	E _{m,pared} (lux)	E _{m,techo} (lux)
		Requerido	Modificado						
Baños y vestuarios	10.4	200	300	0,4	80	25	75	75	50

A.3.2. Selección de luminarias

La iluminancia mínima para ambos recintos es la misma, 200 lux. El área de baño y vestuario es 7,95 m² y 17,4 m², respectivamente. Esto proporciona una equivalencia de 1590 lm y 3480 lm.

Para el baño se ha considerado un espacio marginal de 0,2 metros ya que el mobiliario no ocupa demasiado espacio. De nuevo se seleccionan luminarias (3) de la marca SPECTRAL modelo SPG0330246AH (fig. 20) y se verifican los parámetros requeridos por norma (fig. 21).

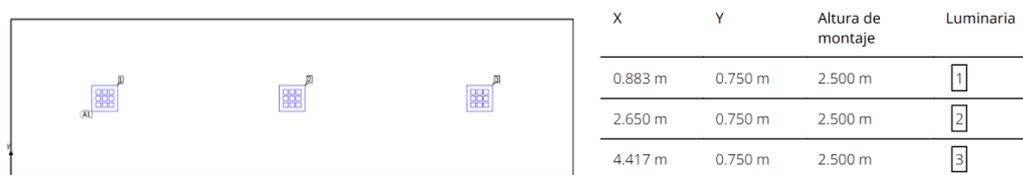


fig. 20. Disposición de luminarias en baño. Fuente: Propia.

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{pendicular}	826 lx	≥ 200 lx	✓	WP4
	g _i	0.67	≥ 0.40	✓	WP4
	Potencia específica de conexión	13.91 W/m ²	-		
		1.68 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	R _{UGL,max}	18	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[38.99 - 61.87] kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	9.43 W/m ²	-		
		1.14 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 1.500 m x 5.300 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropas, lavabos, baños, retretes)

fig. 21. Verificación de alumbrado de baño. Fuente: Propia.

Para el vestuario se considerará el mismo espacio marginal que para el baño. De nuevo, la luminaria seleccionada es el modelo SPG0330246AH de la marca SPECTRAL, instalando 6 unidades.



fig. 22. Disposición de luminarias en vestuario. Fuente: Propia.

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	844 lx	≥ 200 lx	✓	WP2
	g_1	0.57	≥ 0.40	✓	WP2
	Potencia específica de conexión	10.68 W/m ²	-		
		1.27 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	18	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[77.98 - 123.75] kWh/a	máx. 650 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	8.62 W/m ²	-		
		1.02 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 5.800 m x 3.000 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropas, lavabos, baños, retretes)

fig. 23. Verificación de alumbrado de vestuario. Fuente: Propia.

A.4. Diseño de taller de edificio de control

A.4.1. Criterios de diseño

La norma establece los siguientes requisitos para salas de máquinas y material (Tab. 12):

Tab. 12. Requisitos básicos según tabla 11 de la norma.

Tarea	Ref. norma	E_m (lux)		U_o	R_a	R_{UGL}	$E_{m,z}$ (lux)	$E_{m,pared}$ (lux)	$E_{m,techo}$ (lux)
		Requerido	Modificado						
Salas de máquinas, salas de material	11.1	200	300	0,4	80	25	50	50	30

A.4.2. Selección de luminarias

El mínimo requerido por el taller son 200 lux que, combinados con su área de 38,3 m², precisan de 7660 lm para ser iluminados. Debido a la presencia de maquinaria y almacenes de repuestos, se considerará un espacio marginal de 1 metro para el cálculo. Aprovechando la oportunidad de hacer un único pedido al mismo fabricante se instalarán 9 luminarias modelo SPG0330246AH de la marca SPECTRAL.

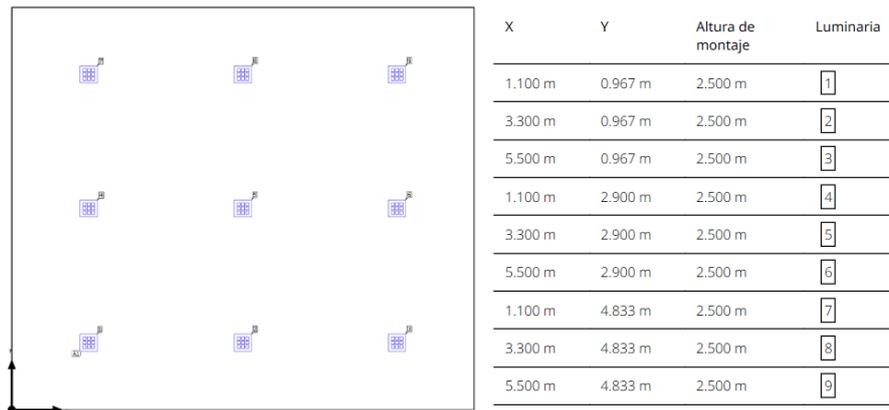


fig. 24. Disposición de luminarias en taller. Fuente: Propia.

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	627 lx	≥ 200 lx	✓	WP1
	g_1	0.56	≥ 0.40	✓	WP1
	Potencia específica de conexión	12.87 W/m ²	-		
		2.05 W/m ² /100 lx	-		
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	17	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	[24.92 - 37.13] kWh/a	máx. 1350 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.88 W/m ²	-		
		0.94 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 6.600 m x 5.800 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control (11.1 Salas para instalaciones de tecnología de edificios, salas de distribución)

fig. 25. Verificación de alumbrado de taller. Fuente: Propia.

A.5. Diseño de edificio de deshidratación de fangos

A.5.1. Criterios de diseño

La norma establece los siguientes requisitos para industria química, instalaciones de tratamiento con intervención manual limitada (Tab. 13):

Tab. 13. Requisitos básicos según tabla 18 de la norma.

Tarea	Ref. norma	E _m (lux)		U _o	R _a	R _{UGL}	E _{m,z} (lux)	E _{m,pared} (lux)	E _{m,techo} (lux)
		Requerido	Modificado						
Maquinaria de deshidratación de fangos	18.2	150	200	0,4	40	28	50	50	30

A.5.2. Selección de luminarias

El edificio de deshidratación de fangos tiene una amplia superficie, pero la iluminancia requerida es de 150 lux. Debido a esto, se elegirán luminarias que permitan iluminar un gran área a fin de reducir el número necesario de ellas.

Este local cuenta con maquinaria de gran tamaño por lo que el espacio marginal se considerará de 3 metros en este caso. El área total de la nave es de 265 m². Realizando la conversión a lúmenes vemos que son necesarios, aproximadamente, 40000 lm.

Para cumplir con los requisitos mínimos se seleccionan 12 luminarias marca SIMON modelo MERAK SXF SA 3000K. A continuación, se muestra la distribución de las mismas (fig. 26) y la verificación de los parámetros marcados por la norma (fig. 27).

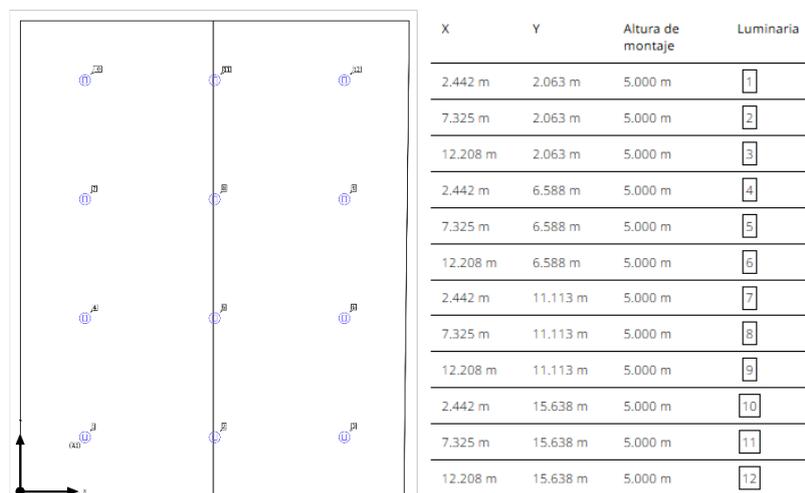


fig. 26. Disposición de luminarias en edificio de deshidratación de fangos . Fuente: Propia.

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	188 lx	≥ 150 lx	✓	WPS
	g_1	0.81	≥ 0.40	✓	WPS
	Potencia específica de conexión	5.68 W/m ²	-		
		3.02 W/m ² /100 lx	-		
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	1323 kWh/a	máx. 9250 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	2.23 W/m ²	-		
		1.19 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 14.650 m x 18.100 m y SHR de 0.25.
 (2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Industria química, industria del plástico y de la goma (18.2 Instalaciones de técnica de procesos con intervenciones manuales ocasionales)

fig. 27. Verificación de alumbrado de edificio de deshidratación de fangos. Fuente: Propia.

ANEXO B. DISEÑO DE INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR

B.1. Consideraciones generales

El diseño de la instalación de alumbrado exterior se basará en los valores mínimos establecidos en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior. Para su aplicación concreta a este proyecto se consideran los valores mínimos establecidos para alumbrado vial para los carriles de circulación y alumbrado ornamental la balsa de fangos.

B.2. Alumbrado vial

El reglamento ofrece una serie de tablas con valores mínimos de iluminancia en función del tipo de vía (Tab. 14). Para la planta de biogás, se considerará que la velocidad de circulación no superará los 30 km/h por lo que se clasifican como vías tipo D. Para este tipo de vías, el reglamento establece la clase de alumbrado a emplear (fig. 28). Se aplicará la situación de proyecto D3-D4 (Zonas de velocidad muy limitada) considerando un flujo de peatones normal. Por ello, la clase de alumbrado a escoger será S4 (por ser menos estricto que S3). Para esta clase, se establecen los valores mínimos mostrados en la .

Tab. 14. Clasificación de vías según Reglamento.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	De alta velocidad	$v > 60$
B	De moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	Carriles bici	--
D	De baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	Vías peatonales	$v \leq 5$

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ⁽¹⁾
C1	<ul style="list-style-type: none"> Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal.....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. Aparcamientos en general. Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal.....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal.....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

fig. 28. Clases de alumbrado para vías tipo C y D. Fuente BOE 279 de 19/11/2008.

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E _m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E _{min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

fig. 29. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E. Fuente BOE 279 de 19/11/2008.

B.2.1. Selección de luminarias para alumbrado vial

Los valores mínimos a lograr en el tramo de circulación de la planta de biogás son 5 lux de iluminancia media y 1 lux de iluminancia mínima. Los carriles de circulación se dividirán en 3 sectores:

- Tramo recto nº1 de área 541,5 m². Se requieren, por tanto, 2700 lm de iluminancia media y 540 lm de iluminancia mínima.
- Tramo circular de área 190 m². Se requieren, por tanto, 950 lm de iluminancia media y 190 lm de iluminancia mínima.
- Tramo recto nº2 de área 276,5 m². Se requieren, por tanto, 1380 lm de iluminancia media y 275 lm de iluminancia mínima.
- Zona de carga de área 16,25 m². Se requieren, por tanto, 80 lm de iluminancia media y 15 lm de iluminancia mínima.
- Entrada a nave delantera de área 55 m². Se requieren, por tanto, 275 lm de iluminancia media y 55 lm de iluminancia mínima.
- Entrada a nave trasera de área 25 m². Se requieren, por tanto, 125 lm de iluminancia media y 25 lm de iluminancia mínima.

Para todas las áreas anteriores se calculará la iluminancia para un plano a un metro del suelo, siendo así conservadores y asegurando valores de iluminancia mayores a la altura de la cabina de un camión o a la altura de los propios operarios.

A continuación, se muestra el conjunto de luminarias a instalar para el alumbrado de cada tramo de circulación vial (Tab. 15).

Tab. 15. Instalación de alumbrado vial exterior.

Zona	Fabricante	Modelo	Cantidad	Iluminancia lograda [lux] med./mín.
Tramo recto nº1	Hess	Mastauslegerl Barcelona	4	33.4/2.31
Tramo recto nº2	Hess	Mastauslegerl Barcelona	2	25.0/8.93
Tramo curvo	Hess	Mastauslegerl Barcelona	3	22.8/1.83
Entrada a nave delantera	N/A	N/A	N/A	62.9/7.36
Entrada a nave trasera	N/A	N/A	N/A	29.5/12.9
Zona de carga	WE-EF	VFL520 [A60]	1	8.12/5.88

B.3. Alumbrado ornamental

El reglamento establece los niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental (fig. 30), considerado este como el que ilumina elementos como estatuas, riberas, equipamientos acuáticos, etc. Para el caso de la balsa de fangos, se aplica la naturaleza de material de cemento, al considerar que este es el soporte para la balsa.

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) ⁽¹⁾		
	Iluminación de los alrededores		
	Baja	Media	Elevada
Piedra clara, mármol claro	20	30	60
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300
Ladrillo amarillo claro	35	50	100
Ladrillo marrón claro	40	60	120
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160
Ladrillo rojo	100	150	300
Ladrillo oscuro	120	180	360
Hormigón arquitectónico	60	100	200

fig. 30. Niveles de iluminancia para alumbrado ornamental. Fuente BOE 279 de 19/11/2008.

B.3.1 Selección de luminarias para alumbrado de la balsa

Al no ser un elemento demasiado importante en la instalación, se considerará una iluminación de los alrededores baja, por lo que el mínimo de iluminancia requerida es de 40 lux en la zona que rodea a la balsa. Considerando una zona a iluminar de un metro en paralelo desde la balsa se tiene un área de iluminación longitudinal de 40 m², lo cual equivale a 4000 lm de iluminancia media en la zona. Del mismo modo, se tiene un área de iluminación transversal de 18,5 m², lo cual equivale a 1850 lm de iluminancia media en la zona.

A continuación, se muestra el conjunto de luminarias a instalar para el alumbrado de la balsa (Tab. 16). Véase como se han incorporado 4 luminarias auxiliares del fabricante SIMON, modelo ALTAIR IYF, para la iluminación del equipamiento de la planta como el digestor o el centro de transformación.

Tab. 16. Instalación de alumbrado ornamental exterior.

Zona	Fabricante	Modelo	Cantidad	Iluminancia lograda [lux] med./mín.
Tramo longitudinal nº1	SIMON	ALTAIR IYF	4	75.6/38.5
Tramo longitudinal nº2	SIMON	ALTAIR IYF	4	59.0/31.9
Tramo transversal nº1	SIMON	ALTAIR IYF	1	54.1/29.6
Tramo transversal nº2	SIMON	ALTAIR IYF	1	40.0/13.0

B.4. Disposición de alumbrado exterior

La fig. 31 muestra la disposición de las luminarias exteriores vistas en apartados previos. Las sucesivas figuras (fig. 32-40) muestran los puntos de colocación de estas para cada zona evaluada.

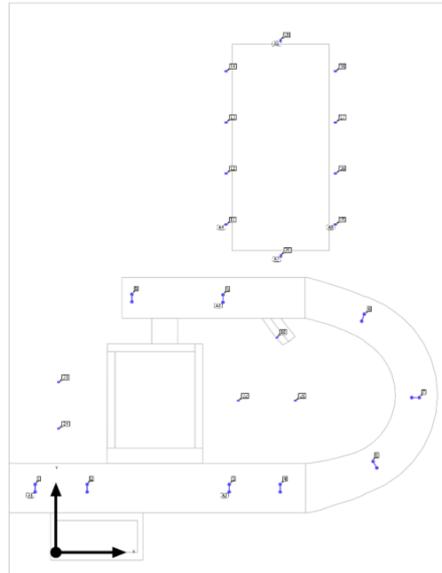


fig. 31. Situación de luminarias de alumbrado exterior. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
-4.000 m	12.450 m	0.100 m	1
6.000 m	12.450 m	0.100 m	2
33.300 m	12.450 m	0.100 m	3
43.100 m	12.450 m	0.100 m	4

fig. 32. Coordenadas de luminarias en tramo recto nº1. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
14.600 m	49.300 m	0.100 m	5
32.100 m	49.200 m	0.100 m	6

fig. 33. Coordenadas de luminarias en tramo recto nº2. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
69.100 m	30.000 m	0.100 m	7
61.300 m	17.000 m	0.100 m	8
59.000 m	45.500 m	0.100 m	9

fig. 34. Coordenadas de luminarias en tramo curvo. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
42.400 m	41.600 m	4.000 m	10

fig. 35. Coordenadas de luminarias en zona de carga. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
32.400 m	63.550 m	4.000 m	11
32.400 m	73.450 m	4.000 m	12
32.400 m	83.350 m	4.000 m	13
32.400 m	93.250 m	4.000 m	14

fig. 36. Coordenadas de luminarias en tramo longitudinal nº1. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
54.000 m	63.550 m	4.000 m	15
54.000 m	73.450 m	4.000 m	16
54.000 m	83.350 m	4.000 m	17
54.000 m	93.250 m	4.000 m	18

fig. 37. Coordenadas de luminarias en tramo longitudinal nº2. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
43.150 m	99.500 m	4.000 m	19

fig. 38. Coordenadas de luminarias en tramo transversal nº1. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
43.250 m	57.200 m	4.000 m	20

fig. 39. Coordenadas de luminarias en tramo transversal nº2. Fuente: Propia.

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
46.000 m	29.401 m	4.000 m	21
35.000 m	29.401 m	4.000 m	22
0.500 m	33.001 m	4.000 m	23
0.500 m	24.001 m	4.000 m	24

fig. 40. Coordenadas de luminarias auxiliares. Fuente: Propia

ANEXO C. CÁLCULO DE SECCIONES DE CONDUCTORES

C.1. Dimensionado de conductores eléctricos

El dimensionado de conductores eléctricos se realiza teniendo en cuenta diversos factores que se pueden englobar mediante dos criterios: el criterio térmico y el criterio de caída de tensión. Primeramente, se seleccionan los conductores para que cumpla uno de los criterios (suele ser el térmico por ser el más restrictivo) y luego se comprueba que verifica el otro.

C.1.1. Criterio térmico

En su funcionamiento, los conductores eléctricos sufren calentamientos debidos a diferentes factores como el efecto *Joule*, corrientes inducidas en armadura y pantalla, pérdidas en dieléctricos y aportes exteriores como la radiación solar. El calor producido debe evacuarse al exterior y debe ser tal que el cable pueda soportarlo sin deteriorarse o destruirse. En este criterio resulta especialmente relevante el método de instalación de los cables debido a que este determina cómo es la evacuación de calor en ellos. En la planta de biogás los cables irán al aire sobre bandejas no perforadas (método C) o enterrados (método D). Además, también influyen factores como el número de conductores, su sección o el tipo de aislamiento. Es por ello que el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) proporciona tablas que permiten calcular la intensidad admisible en función de los factores anteriores. [3]

Para comenzar el dimensionado de los conductores se calcula la intensidad de diseño I_B en función del tipo de carga. Para las cargas de la planta de biogás aplican las siguientes expresiones:

$$I_B = \frac{1.25 * P_{MÁX} + \sum P_{resto}}{\sqrt{3} * U * \eta * \cos\phi} \quad (\text{para motores})$$

$$I_B = 1,8 * \frac{P}{U} \quad (\text{para alumbrado LED})$$

$$I_B = f_{sim} * \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi} \quad (\text{para cargas monofásicas})$$

$$I_B = f_{sim} * \frac{P}{U * \cos\phi} \quad (\text{para cargas trifásicas})$$

Donde P representa la potencia activa, U representa la tensión de línea, $\cos\phi$ representa el factor de potencia y f_{sim} representa el factor de simultaneidad de las cargas. Los datos de motores se han sustraído del fabricante ROTOR.

Conocida la intensidad de diseño, ésta debe corregirse en función de los siguientes factores proporcionados por el reglamento (existen distintas tablas según la línea sea aérea o enterrada):

- Factor de corrección para temperaturas ambiente diferentes a 30°C (K_T): para el caso de estudio de la planta de biogás, se considerará que la temperatura ambiente más desfavorable es de 40°C. Este coeficiente aplica para líneas aéreas.
- Factor de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes a 20°C (K_T): ídem caso anterior, pero para líneas enterradas. Por seguridad se considerará una temperatura del terreno de 40°C.
- Factor de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (K_P): este factor se emplea cuando la línea discurre junto a circuitos a un metro o menos de distancia.
- Factor de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K*m/W (K_R): para el caso de estudio de la planta de biogás se considera una resistividad del terreno de 1,5 K*m/W por lo que el coeficiente de corrección tiene un valor de 1,1 en líneas enterradas de 1 en aéreas.

Con estos coeficientes se calcula I_t que es la intensidad con la que se entra a las tablas del reglamento para dimensionar los cables:

$$I_t = \frac{I_B}{K_T * K_P * K_R}$$

Con el cable dimensionado y su intensidad I_t' escogida del reglamento debe verificarse el criterio térmico según la siguiente condición:

$$I_B < I_z \text{ donde } I_z = I_t' * K_T * K_P * K_R$$

Donde I_z representa la intensidad admisible del conductor. La condición anterior estipula que la intensidad del circuito debe ser inferior a la admisible del cable para no tener sobrecalentamientos.

C.1.2. Criterio de caída de tensión

Cuando circula corriente eléctrica por un conductor, se produce una caída de tensión en este debido a la resistencia del cable según la ley de *Ohm*. De cara a los consumidores, esta caída de tensión no debe ser muy elevada puesto que las cargas conectadas exigen un determinado voltaje.

Habiendo dimensionado los conductores de la planta de biogás para que verifiquen el criterio térmico, seguidamente debe comprobarse que cumplen el criterio de caída de tensión admisible. En concreto, la caída de tensión máxima admisible para la planta de biogás es de un 3% para líneas de alumbrado y de un 5% para el resto de líneas. Esta caída de tensión debe contabilizarse desde el inicio de la instalación, es decir, desde el secundario del transformador, hasta el final de la línea. La expresión que permite calcular la caída de tensión en una línea es la siguiente:

$$\Delta V[\%] = \sqrt{3} * \frac{I_B * (R * \cos\varphi + x_u * L * \sin\varphi)}{U * 100} \quad (\text{para líneas trifásicas})$$

$$\Delta V[\%] = 2 * \frac{I_B * (R * \cos\varphi + x_u * L * \sin\varphi)}{U * 100} \quad (\text{para líneas monofásicas})$$

$$\Delta V[\%] = Coef_{sim} * \frac{\rho}{S} * \frac{(\sum_{acum} P_i) * L_{iTramo}}{S} \quad (\text{para cargas múltiples})$$

Donde L representa la longitud del circuito y x_u representa la reactancia unitaria y se considera de 100 mΩ/km. En el caso de cargas múltiples con secciones pequeñas se puede despreciar el término de la reactancia, dando lugar a la expresión anterior.

Como se ve de la expresión anterior, el criterio de caída de tensión no depende (como sí dependía el criterio térmico) del método de instalación del conductor. Este depende de otros factores como el material del cable y su aislamiento, la temperatura, la intensidad y el factor de potencia. La caída de tensión más desfavorable se da cuando el cable está lo más caliente posible sin llegar a dañar el aislante: 70°C para PVC y 90°C para XLPE. Por ser la situación más desfavorable, éste será el modelo de cálculo adoptado. Para las temperaturas anteriores, las resistividades de los conductores son 0,02063 Ω*mm²/m para conductor de cobre aislado PVC y 0,02198 Ω*mm²/m para conductor de cobre aislado con XLPE. Con los datos anteriores se pueden obtener las resistencias R de los circuitos según:

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

Donde S representa la sección del conductor. Con todo lo expuesto anteriormente se muestra la Tab. 17 con el cálculo de las secciones de conductores eléctricos y su verificación de los criterios térmico y de caída de tensión. Nótese que la línea 'TCG' tiene potencia neta trifásica negativa, lo cual significa que el generador inyecta potencia a red. Lo mismo ocurre con la línea 'CG.ZS.GEN'.

Tab. 17. Dimensionado de conductores eléctricos por criterios térmico y de caída de tensión.

LÍNEAS DE CUADROS	Método	Material	Aislamiento	Cable	P_T^{Trif} [kW]	P_T^{Monof} [kW]	Simultaneidad	U [V]	fdp	I_B [A]	K_T	K_P	K_R
TCG	D	Cu	XLPE	Unipolar	-314,04	41,70	0,8	400	0,9	349,41	0,85	1	1,1
CG.ZS.GEN	D	Cu	XLPE	Unipolar	-360	0	1	400	0,9	577,35	0,85	1	1,1
CG.CS1	D	Cu	XLPE	Unipolar	20,18	1,764	0,8	400	0,9	28,15	0,85	0,85	1,1
CG.CS2	D	Cu	XLPE	Unipolar	22,38	1,08	0,8	400	0,9	30,10	0,85	0,85	1,1

LÍNEA DE FUERZA	Método	Material	Aislamiento	Cable	$P_{Máx}^{Motor}$ [kW]	P_{resto} [kW]	U [V]	η	fdp	I_B [A]	K_T	K_P	K_R
CS1.ZC.CFT1	D	Cu	XLPE	Unipolar	8	4	400	0,886	0,84	27,15	0,85	0,9	1,1
CS1.ZC.CFT2	D	Cu	XLPE	Unipolar	6	2,18	400	0,833	0,85	19,73	0,85	0,9	1,1
CS2.ZN.CFT	D	Cu	XLPE	Unipolar	16	6,38	400	0,915	0,91	45,73	0,85	1	1,1

LÍNEA DE ALUMBRADO	Método	Material	Aislamiento	Cable	P [kW]	fdp	h	U [V]	I_B [A]	K_T	K_P	K_R	K
CG.ZS.AI	C	Cu	PVC	Unipolar	0,60	0,9	1,8	230	4,70	0,91	1	1	0,91
CG.ZS.AE	D	Cu	XLPE	Unipolar	0,2	0,9	1,8	230	1,57	0,85	0,8	1,1	0,75
CS1.ZC.AI	C	Cu	PVC	Unipolar	0,59	0,9	1,8	230	4,62	0,91	1	1	0,91
CS1.ZC.AE1	D	Cu	XLPE	Unipolar	0,2	0,9	1,8	230	1,57	0,85	1	1,1	0,94
CS1.ZC.AE2	D	Cu	XLPE	Unipolar	0,15	0,9	1,8	230	1,17	0,85	1	1,1	0,94
CS2.ZN.AE1	D	Cu	XLPE	Unipolar	0,54	0,9	1,8	230	4,23	0,85	0,9	1,1	0,84
CS2.ZN.AE2	D	Cu	XLPE	Unipolar	0,12	0,9	1,8	230	0,94	0,85	0,9	1,1	0,84

LÍNEA DE CARGAS MÚLTIPLES	Método	Material	Aislamiento	Cable	Simultaneidad	U [V]	L_1 [m]	L_{1-2} [m]	L_{2-3} [m]	L_{3-4} [m]	fdp	L_T [m]	P_1 [kW]
CG.ZS.CFT	D	Cu	XLPE	Unipolar	1	400	15	0	0	0	1	15	3,40
CG.ZS.CFM1	C	Cu	PVC	Unipolar	0,8	230	26	5,6	5,4	0	1	37	2,2
CG.ZS.CFM2	D	Cu	XLPE	Unipolar	0,8	230	28,5	33,7	0	0	1	62,2	0,01
CS2.ZN.CFM	D	Cu	XLPE	Unipolar	1	230	2,75	0	0	0	1	2,75	0,03

LÍNEAS DE CUADROS	K	nº circ.	I_t [A]	S [mm ²]	I_t' [A]	I_z [A]	Longitud [m]	CdT [%]
TCG	0,935	2	373,70	95	211	394,57	20	0,30%
CG.ZS.GEN	0,935	3	617,49	95	211	591,855	44	1,23%
CG.CS1	0,79475	1	35,43	6	46	36,56	20	0,65%
CG.CS2	0,79475	1	37,87	16	95	75,50	50,5	0,67%

LÍNEA DE FUERZA	K	nº circ.	I_t [A]	S [mm ²]	I_t' [A]	I_z [A]	Longitud [m]	CdT [%]
CS1.ZC.CFT1	0,84	1	32,27	6	46	38,71	37	2,34%
CS1.ZC.CFT2	0,84	1	23,45	6	46	38,71	90	3,39%
CS2.ZN.CFT	0,94	1	48,91	10	61	57,04	34	2,35%

LÍNEA DE ALUMBRADO	nº circ.	I_t [A]	S [mm ²]	I_t' [A]	I_z [A]	Longitud [m]	CdT [%]
CG.ZS.AI	1	5,16	1,5	19,5	17,745	14	1,01%
CG.ZS.AE	1	2,09	6	56	41,888	59	0,57%
CS1.ZC.AI	1	5,07	1,5	19,5	17,745	27	2,30%
CS1.ZC.AE1	1	1,67	6	56	52,36	19	1,04%
CS1.ZC.AE2	1	1,26	6	56	52,36	79	1,23%
CS2.ZN.AE1	1	5,02	16	95	79,9425	108	1,49%
CS2.ZN.AE2	2	1,12	6	56	47,124	48	1,11%

LÍNEA DE CARGAS MÚLTIPLES	P_2 [kW]	P_3 [kW]	P_4 [kW]	P_T [kW]	I_B [A]	K_T	K_P	K_R	K	I_t [A]	S [mm ²]	I_t' [A]	I_z [A]	CdT [%]
CG.ZS.CFT	0	0	0	3,4	4,91	0,85	0,85	1,1	0,79475	6,17	6	46	36,56	0,03%
CG.ZS.CFM1	1,5	1,5	0	5,2	18,09	0,91	1	1	0,91	19,88	2,5	27	24,57	0,45%
CG.ZS.CFM2	0,4	0	0	0,41	1,43	0,85	1	1,1	0,935	1,53	6	56	52,36	0,015%
CS2.ZN.CFM	0	0	0	0,03	0,13	0,85	1	1,1	0,935	0,14	6	56	52,36	0,01%

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE SECCIONES DE LÍNEAS POR COMPROBACIÓN DE CRITERIO TÉRMICO Y CAÍDA DE TENSIÓN

ANEXO D. CÁLCULO DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

D.1. Sobrecargas

El cálculo de la aparamenta de protección eléctrica comienza por la selección de equipos comerciales que verifiquen la protección frente a sobrecargas. Posteriormente, se realizará la comprobación de que estos equipos son capaces de proteger también ante cortocircuitos. Para la selección de equipos de protección frente a sobrecargas deben verificarse las siguientes condiciones:

$$(1) I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 * I_z \text{ con } I_2 = K * I_N$$

Donde el valor de K depende de la protección empleada: 1,3 para IA, 1,45 para PIA y 1,6 para fusibles. Cumpliendo la condición nº1 la protección será capaz de soportar, en régimen normal de funcionamiento, corrientes inferiores a su corriente nominal. Además, con esta condición se asegura la actuación de la protección en régimen de funcionamiento anormal pues su corriente nominal es inferior a la admisible del cable. En la condición nº2, I_2 representa la intensidad convencional de intervención, es decir, el valor de la corriente para la cual la protección dispara antes de una hora. Esta condición asegura de que el cable no resulte dañado en caso de que la protección tarde en actuar.

Con lo expuesto anteriormente, se realiza una preselección de equipos para la protección frente a sobrecargas que se verificará frente a circuitos en el siguiente apartado.

D.2. Cortocircuitos

Para la verificación de las protecciones frente a cortocircuitos se deben conocer tanto la corriente de cortocircuito máxima como la mínima del circuito que se desea proteger. Su cálculo engloba la resolución de los circuitos de la fig. 41. En ellos:

- U_f representa la tensión de fase (230V).
- Z_{LAT} representa la impedancia de la línea de alta tensión.
- Z_{cc} representa la impedancia equivalente de cortocircuito del transformador.
- Z_{ant} representa la impedancia acumulada de los circuitos que existen entre el transformador y la línea a proteger.
- $Z_{línea}$ representa la propia impedancia de la línea a proteger.

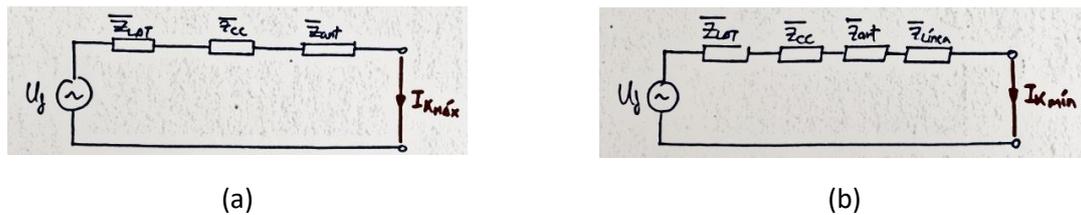


fig. 41. Circuito equivalente para el cálculo de corriente de cortocircuito (a) máxima y (b) máxima-mínima. Fuente: Propia.

De estos circuitos equivalentes se calculan las corrientes de cortocircuito máxima y máxima-mínima para la línea que se desea proteger según la siguiente expresión:

$$I_K = \frac{U_L}{\sqrt{3} * Z_e}$$

La corriente de cortocircuito máxima-mínima se emplea el cálculo de la corriente de cortocircuito mínima. En la instalación de la planta de biogás existe neutro de igual sección que la línea por lo que la corriente de cortocircuito mínima se calcula como:

$$I_{k\text{mín}} = 0,866 * i_{kM\acute{A}X-\text{mín}} \text{ (cuando no existe neutro)}$$

$$I_{k\text{mín}} = 0,5 * i_{kM\acute{A}X-\text{mín}} \text{ (para neutro de misma sección de fase)}$$

Donde I_k es la corriente de cortocircuito, U_L es la tensión de línea y Z_e es la asociación en serie de las impedancias anteriores. Nótese que las impedancias no pueden sumarse directamente, sino que deben sumarse las resistencias y las reactancias por separado para posteriormente calcular la impedancia equivalente:

$$R_e = R_{LAT} + R_{cc} + R_{ant}(+R_{Línea}) \mid \chi_e = \chi_{LAT} + \chi_{cc} + \chi_{ant}(+\chi_{Línea}) \mid Z_e = \sqrt{R_e^2 + \chi_e^2}$$

La impedancia de la línea de alta tensión suele ser muy inferior al resto de impedancias del circuito equivalente por lo que se despreciará ($Z_{LAT} \approx 0 \Omega$). Para calcular la impedancia equivalente del transformador se conocen los siguientes datos: $S_n=400$ kVA, $U_{N1}=20$ kV, $U_{N2}=0,42$ kV, $\epsilon_{Rcc}=1\%$ y $\epsilon_{\chi cc}=1\%$. La impedancia de cortocircuito del transformador vista desde el secundario se calcula como:

$$R_{cc} = S_n * \frac{\epsilon_{Rcc}}{U_{N2}^2} \mid \chi_{cc} = S_n * \frac{\epsilon_{\chi cc}}{U_{N2}^2} \mid Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + \chi_{cc}^2}$$

Los valores de resistencia de las líneas (R_{ant} y $R_{línea}$) varían según se esté calculando la corriente de cortocircuito máxima o la mínima. La corriente de cortocircuito máxima se calcula para el cable frío (a 20°C aproximadamente) pues la resistividad es menor, se minimiza la resistencia y por tanto la impedancia y se maximiza la corriente de cortocircuito. Por otro lado, la corriente de cortocircuito máxima-mínima (y por tanto la mínima) se calcula para el cable caliente (70°C para los conductores de aislamiento PVC y 90°C para los de aislamiento XLPE) pues es cuando la resistividad es más elevada, se maximiza la impedancia y por tanto se minimiza la corriente de cortocircuito. Las temperaturas anteriores son los valores límite que resiste cada tipo de aislamiento sin dañarse. Los valores de resistividad del cobre a las temperaturas mencionadas anteriormente son (Tab. 18). Para el cálculo de la reactancia de la línea se estima una reactancia unitaria $x_u=100$ mΩ/km por lo que basta con multiplicar la longitud de la línea por este valor para obtener su reactancia.

Tab. 18. Valores de la resistividad del cobre (Cu) en función de la temperatura del conductor.

T [°C]	ρ_{Cu} [Ω*m/mm ²]
20	0,017241
70	0,02063
90	0,02198

Conocidas las impedancias que conforman los circuitos equivalentes se calculan las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas de cada línea a proteger. Con ellas, la verificación de las protecciones seleccionadas frente a cortocircuitos implica el cumplimiento de las siguientes condiciones:

$$(1) PdeC > I_{kMÁX}$$

$$(2) I_{kmin} > I_a$$

$$(3) (I^2t)_{disp} \leq (K * S)^2$$

La primera de las condiciones estipula que el interruptor debe ser capaz de cortar corrientes mayores a la de cortocircuito máxima que puede darse en la línea en la que se instala el interruptor. La segunda condición establece que la corriente de cortocircuito mínima debe estar dentro del rango de corrientes para las cuales el interruptor efectúa una desconexión rápida. La tercera condición indica que la energía por unidad de Ohm [A²s] que recibe el circuito protegido desde que se inicia el cortocircuito hasta que se extingue por completo la corriente debe ser menor que la que resiste este. El factor K depende del material del conductor y del aislamiento (Tab. 19).

Tab. 19. Valores del factor K para I^2t .

K	PVC	XLPE
Cu	115	143
Al	76	94

Los valores de I_a e I^2t los proporciona el fabricante en sus curvas de disparo y curvas de resistencia a esfuerzo térmico respectivamente (fig. 42). En el caso de PIAs, pueden existir varias curvas tanto de disparo como de esfuerzo térmico (tipo B, C o D) para un mismo interruptor siendo la más común la tipo C. Esto es debido a que los PIA, al contrario que los IA, no son regulables.

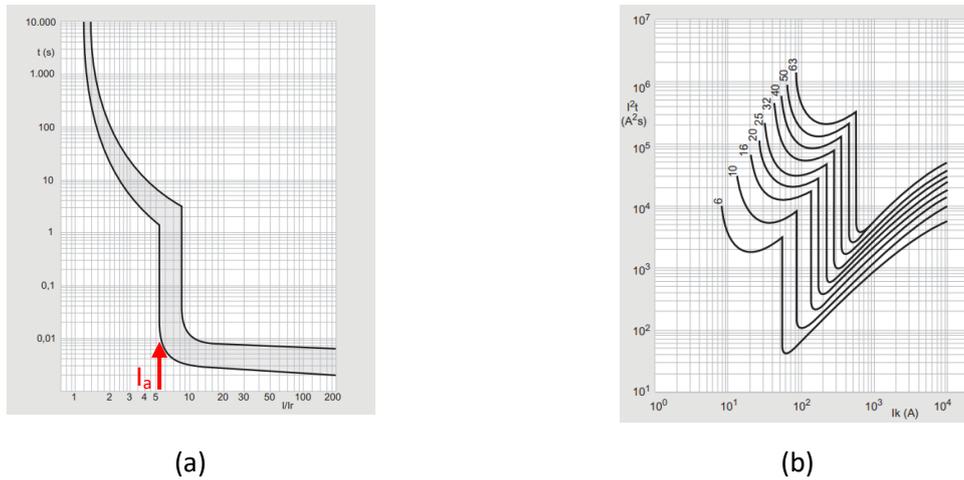


fig. 42. Ejemplo de curva (a) de disparo tipo C y (b) de esfuerzo térmico tipo C de un PIA. Fuente: Legrand.

Se muestran, a continuación, la Tab. 20 que muestra la selección de equipos para la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos con la verificación de las condiciones expuestas previamente.

Tab. 20. Selección y verificación de protecciones eléctricas.

IMPEDANCIAS	R [Ω]	χ [Ω]
Línea de Alta Tensión	0	0
Transformador	0,004	0,017

CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO MÁXIMAS Y MÍNIMAS POR NUDO | DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES FRENTE A SOBRECARGAS Y VERIFICACIÓN SOBRE CORTOCIRCUITOS | SELECCIÓN DE EQUIPOS

IA/PIA NUDO	U [V]	P _T [kW]	Material	Aislamiento	ρ _{MÁX} [Ω*m/mm ²]	ρ _{MÍN} [Ω*m/mm ²]	L _{línea} [m]	S _{línea} [mm ²]	R _{línea} ^{MÁX} [Ω]	R _{línea} ^{MÍN} [Ω]	χ _{línea} [Ω]	R _{acum} ^{MÁX} [Ω]	R _{acum} ^{MÍN} [Ω]	χ _{acum} ^{MÁX} [Ω]	χ _{acum} ^{MÍN} [Ω]
A	400	-272,33	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	37	95	0,0067	0,0086	0,004	0,004	0,011	0,017	0,021
B	400	0,60	Cu	PVC	0,02063	0,017241	14	1,5	0,1609	0,1925	0,001	0,011	0,172	0,021	0,022
C	400	0,20	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	59	6	0,1695	0,2161	0,006	0,011	0,181	0,021	0,027
D	400	5,20	Cu	PVC	0,02063	0,017241	37	2,5	0,2552	0,3053	0,004	0,011	0,266	0,021	0,024
E	400	0,41	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	62,2	6	0,1787	0,2279	0,006	0,011	0,190	0,021	0,027
F	400	3,40	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	15	6	0,0431	0,0550	0,002	0,011	0,054	0,021	0,022
G	400	21,94	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	20	6	0,0575	0,0733	0,002	0,011	0,069	0,021	0,023
H	400	23,46	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	50,5	6	0,1451	0,1850	0,005	0,011	0,156	0,021	0,026
I	400	0,59	Cu	PVC	0,02063	0,017241	27	1,5	0,3103	0,3713	0,003	0,069	0,379	0,023	0,025
J	400	0,20	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	19	6	0,0546	0,0696	0,002	0,069	0,123	0,023	0,025
K	400	0,15	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	79	6	0,2270	0,2894	0,008	0,069	0,296	0,023	0,031
L	400	12,00	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	37	6	0,1063	0,1355	0,004	0,069	0,175	0,023	0,026
M	400	8,18	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	90	6	0,2586	0,3297	0,009	0,069	0,327	0,023	0,032
N	400	0,54	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	108	16	0,1164	0,1484	0,011	0,156	0,273	0,026	0,037
O	400	0,12	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	48	6	0,1379	0,1758	0,005	0,156	0,294	0,026	0,031
P	400	0,03	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	2,75	6	0,0079	0,0101	0,000	0,156	0,164	0,026	0,026
Q	400	22,38	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	34	10	0,0586	0,0747	0,003	0,156	0,215	0,026	0,029
R	400	250	Cu	XLPE	0,02198	0,017241	44	95	0,0080	0,0102	0,004	0,011	0,019	0,021	0,025

CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO MÁXIMAS Y MÍNIMAS POR NUDO | DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES FRENTE A SOBRECARGAS Y VERIFICACIÓN SOBRE CORTOCIRCUITOS | SELECCIÓN DE EQUIPOS

IA/PIA NUDO	Z _{acum} ^{MÁX} [Ω]	Z _{acum} ^{MÍN} [Ω]	I _k ^{MÁX} [kA]	I _k ^{MÁX} / _{MÍN} [kA]	I _k ^{MÍN} [A]	I _B [A]	I _z [A]	1,45*I _z [A]	Equipo	Marca	Polos	Curva	I _N [A]	I ₂ [A]	PdC [kA]	I _a [A]	K	(I ² t) _{circ} [A ² *s]	(I ² t) _{disp} [A ² *s]
A	0,02	0,02	13,10	9,80	4901,34	174,70	197,285	286,06	DPX-250	Legrand	4	N/A	190	247	36	1900	143	184552225	180000
B	0,02	0,17	9,80	1,33	665,68	4,70	17,745	25,73	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	115	29756,25	5000
C	0,02	0,18	9,80	1,26	632,30	1,57	41,888	60,74	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	736164	7000
D	0,02	0,27	9,80	0,86	431,80	18,09	24,57	35,63	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	20	29	10	110	115	82656,25	10700
E	0,02	0,19	9,80	1,20	602,14	1,43	52,36	75,92	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	736164	7000
F	0,02	0,06	9,80	3,94	1969,77	4,91	36,56	53,01	DX 6000-10kA	Legrand	4	C	6	8,7	10	33	143	736164	11000
G	0,02	0,07	9,80	3,20	1597,66	28,15	36,56	53,01	DX 6000-10kA	Legrand	4	C	32	46,4	10	176	143	736164	60000
H	0,02	0,16	9,80	1,46	729,18	30,10	75,50	109,48	DX 6000-10kA	Legrand	4	C	32	46,4	10	176	143	736164	60000
I	0,07	0,38	3,20	0,61	304,04	4,62	17,75	25,73	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	115	29756,25	2000
J	0,07	0,13	3,20	1,84	919,08	1,57	52,36	75,92	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	736164	2000
K	0,07	0,30	3,20	0,78	388,54	1,17	52,36	75,92	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	736164	2000
L	0,07	0,18	3,20	1,31	1130,51	27,15	38,71	56,13	DX 6000-10kA	Legrand	4	C	32	46,4	10	176	143	736164	11000
M	0,07	0,33	3,20	0,70	608,35	19,73	38,71	56,13	DX 6000-10kA	Legrand	4	C	20	29	10	110	143	736164	7000
N	0,16	0,28	1,46	0,84	419,80	4,23	79,94	115,92	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	5234944	1100
O	0,16	0,30	1,46	0,78	390,43	0,94	47,12	68,33	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	736164	700
P	0,16	0,17	1,46	1,39	694,77	0,13	52,36	75,92	DX 6000-10kA	Legrand	2	C	6	8,7	10	33	143	736164	700
Q	0,16	0,22	1,46	1,07	922,34	45,73	57,04	82,70	DX 6000-10kA	Legrand	4	C	50	72,5	10	275	143	2044900	7000
R	0,02	0,03	9,80	7,31	3654,11	192,45	197,285	286,06	DPX-250	Legrand	4	N/A	195	253,5	36	975	143	184552225	70000

ANEXO E. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN FRENTE A CHOQUE ELÉCTRICO

E.1. Instalación de puesta a tierra

Primeramente, se dimensionan los conductores de protección y el conductor de puesta a tierra (PAT) según las tablas proporcionadas por el REBT. Realizado este paso, se procede a dimensionar los electrodos de puesta a tierra de las masas del centro de transformación (alta tensión), el neutro del transformador y las masas de baja tensión. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El terreno de la planta de biogás consta de dos capas diferenciadas: terreno cultivable fértil y poco fértil. Debido a esto, se estima la resistividad del terreno en $\rho=275 \Omega \cdot m$.
- La segunda capa puede contener piedras por lo que los electrodos de PAT de tipo pica deben tener una longitud igual o inferior a 2 metros para poder clavarse.
- En relación con la condición anterior, las PAT se enterrarán a la profundidad de 0,5 m.

E.1.1. Puesta a tierra del centro de transformación: Alta Tensión

Los electrodos de puesta a tierra del centro de transformación se diseñarán en función de las tablas proporcionadas por Unidad Eléctrica, S.A. (UNESA) en su documento 'Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría'. [4].

Primeramente, se dimensiona la PAT de las masas del centro de transformación R_t teniendo en cuenta las dimensiones del espacio donde irá la caseta del transformador. Accediendo a las tablas de UNESA (ref. 50-25/5/42) se dimensiona R_t como un anillo rectangular de 5x2,5 m enterrado a 0,5 m con 4 picas, obteniéndose $R_t=29,1 \Omega$. El cálculo anterior se realiza como $K_R \cdot \rho$, donde K_R es un parámetro proporcionado por UNESA en función del tipo de electrodo.

En esta instalación, se tendrá en cuenta una intensidad de defecto máxima admisible de $I_d^{MÁX}=500$ A. Con ella, se obtiene la reactancia limitadora de la puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión (AT) χ_n :

$$\chi_n = 1,1 * \frac{U_{N1}}{\sqrt{3} * I_d^{MÁX}}$$

Despreciando la resistencia R_n del neutro de la red de AT se obtiene la intensidad de defecto real en AT I_d^{AT} :

$$I_d^{AT} = \frac{1,1 * U_{N1}}{\sqrt{3} \sqrt{R_t^2 + \chi_n^2}}$$

Obteniéndose un valor de $I_d^{AT}=344,82$ A. Con este valor es posible calcular la distancia mínima x a partir de la cual se podrá instalar la puesta a tierra del neutro del transformador y la puesta a tierra de las masas de baja tensión (BT). Para el cálculo se considera una tensión transferida de $V_t=1200$ V. Se entiende por tensión transferida V_t a la tensión que un electrodo con defecto le transfiere a otro sin defecto (fig. 43).

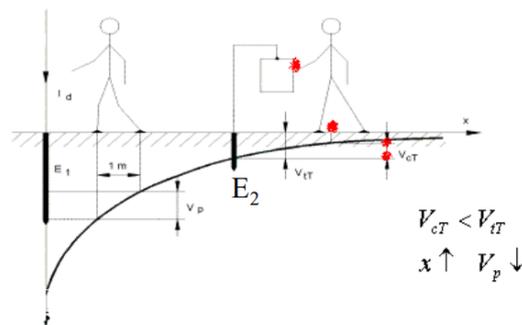


fig. 43. Tensión transferida (V_{IT}). Fuente: Tecnología Eléctrica.

La distancia mínima x se calcula según:

$$x = \frac{\rho * I_d^{AT}}{2\pi * V_t}$$

Dando como resultado $x=18,24$ m. Como el terreno es mal conductor se considerará una distancia mínima de 20 m para la instalación de la PAT del neutro del transformador y de la PAT de las masas de BT. A esta distancia, se dimensiona la PAT del neutro del transformador R_B a partir de las tablas de UNESA: picas en hilera unidas por un conductor horizontal con distancia entre picas de 3 metros, enterradas a 0,5 m con longitud de pica de 2 m (ref. 5/22). Realizando de nuevo el cálculo de $K_R * \rho$ se obtiene $R_B=60,3 \Omega$.

Con las PAT del centro de transformación dimensionadas, deben verificarse las siguientes condiciones de seguridad para las personas (REBT):

- (1) $I_d^{MÁX} > I_d^{AT} = I_a$
- (2) $V_p^{MÁX} < V_p^{adm}$

$$(3) V_c^{MÁX} < V_c^{adm}$$

Siendo I_a la intensidad a la que dispara la protección de AT y V_p y V_c las tensiones de paso y de contacto respectivamente. Adicionalmente, se comprueba la condición de seguridad del material de BT:

$$(4) V_{aislBT} > V_t = R_t * I_d^{AT}$$

Siendo V_t la tensión a tierra, es decir, la tensión que adquiere un electrodo cuando circula una corriente de defecto por él. V_{aislBT} representa la tensión nominal que soportan los aislamientos del material de BT en el centro de transformación. Se considera $V_{aislBT} = 10$ kV al ser este un valor típico.

Debe considerarse que en el interior del centro de transformación no se calculan tensiones de paso V_p^{int} ni de contacto V_c^{int} ya que el interior del local es equipotencial debido a la instalación de un mallazo. Además, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con las masas de AT por lo que la tensión de contacto en el exterior del centro de transformación V_c^{ext} es nula. El hecho de que V_c^{int} y V_c^{ext} sean nulas implica la verificación de la condición 3. Además de las condiciones anteriores, deben comprobarse las tensiones de paso en el acceso a la zona del mallazo (condición 5):

$$(5) V_{p,acc}^{MÁX} < V_{p,acc}^{adm}$$

La primera de las condiciones ya se ha verificado previamente ($500 \text{ A} > 328,82 \text{ A}$). El cálculo de las tensiones de paso y contacto máximas y admisibles se realiza según las siguientes expresiones:

$$V_p^{MÁX} = K_p * \rho * I_d^{AT} \quad | \quad V_c^{MÁX} = K_c * \rho * I_d^{AT} \quad | \quad V_{p,acc}^{MÁX} = K_c * \rho * I_d^{AT}$$

$$V_p^{adm} = 10 * V_{ca,adm} * \left(1 + \frac{6 * \rho_2}{1000}\right) \quad | \quad V_c^{adm} = V_{ca,adm} * \left(1 + \frac{1,5 * \rho_2}{1000}\right) \quad | \quad V_{p,acc}^{adm} = 10 * V_{ca,adm} * \left(1 + \frac{3 * (\rho_2 + \rho_2')}{1000}\right)$$

Donde $V_{ca,adm}$ representa la tensión aplicada admisible, la cual depende del tiempo de actuación de las protecciones (107 V considerando un tiempo de actuación de 1 segundo), ρ_2 representa la resistividad del pavimento del centro de transformación en función de su espesor y ρ_2' representa la resistividad del suelo del acceso al centro de transformación (estimada en $2000 \Omega \cdot m$). ρ_2 se calcula según:

$$\rho_2 = \rho_p * Cs \text{ con } \rho_p = 3000 \Omega * m \text{ (pavimento de hormigón o grava)}$$

$$Cs = 1 - 0,09 * \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_p}}{2h_s + 0,106} \right) \text{ con } h_s = 10 \text{ cm de espesor de pavimento}$$

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

fig. 44. Valores de tensión de contacto aplicada admisible en función de tiempo de actuación de protecciones. Fuente: Tecnología Eléctrica.

La verificación de las condiciones anteriores se muestra más adelante en la Tab. 22. En ella se ve que no se cumple la condición 3 de tensión de contacto. Como se comentó anteriormente, esto no es un problema pues la tensión de contacto tanto en el interior como en el exterior del centro de transformación es de 0 V (gracias al mallazo y a la independencia eléctrica de puertas y rejillas metálicas).

E.1.2. Puesta a tierra de las masas de Baja Tensión

El REBT proporciona la Tab. 21 para el dimensionado de conductores de protección.

Tab. 21. Dimensionado de conductores de protección según REBT.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_P (mm ²)
$S \leq 16$	$S_P = S$
$16 < S \leq 35$	$S_P = 16$
$S > 35$	$S_P = S/2$

NOTA: En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:
 -2.5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
 -4 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Con los conductores de protección dimensionados, se diseña la PAT de las masas de baja tensión R_A . Un valor típico para esta toma de tierra es $R_A=30 \Omega$ por lo que, diseñando un electrodo de cobre en forma de anillo rectangular (8x4 m) sin picas enterrado a 0,5 m se obtiene $R_A=22,92 \Omega$. El cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula proporcionada por el REBT:

$$R = 2 * \frac{\rho}{L} \quad (\text{para conductor enterrado horizontalmente})$$

E.2. Protección frente a choque eléctrico

Los interruptores diferenciales serán los encargados de proteger a las personas ante un defecto en BT. Estos deben verificar las siguientes condiciones:

$$(1) I_{\Delta} * R_A < U_L$$

$$(2) t_{disp} < t_{adm}$$

La primera de las condiciones garantiza que si se tiene una corriente de defecto y no dispara el diferencial (defecto permanente), se tiene una tensión no peligrosa. La tensión de contacto límite convencional representa el valor máximo de la tensión de contacto que se admite durante un tiempo indefinido en unas determinadas condiciones. Dependiendo del tipo de local (seco o húmedo) esta tensión adquiere un valor distinto. Como la planta de biogás se encuentra a la intemperie se consideran condiciones húmedas por lo que $U_L=24$ V.

Dependiendo de la tensión de contacto que se tenga, se admite un cierto tiempo de duración de la descarga. Esta duración viene definida en la curva tensión contacto-tiempo o curva de seguridad (fig. 44). La segunda condición establece que el tiempo de disparo de la protección debe ser inferior al tiempo admisible de descarga que marca la curva tensión contacto-tiempo para la máxima tensión de contacto de que pueda darse en la instalación. Si esta condición se cumple para el diferencial tipo S (con retardo) también se verificará para el resto.

La máxima tensión de contacto de la instalación se calcula como:

$$V_c^{MÁX} = R_A * I_d^{MÁX} \text{ con } I_d^{MÁX} = \frac{U_N^{fase}}{R_A + R_B}$$

Siendo $I_d^{MÁX}$ la máxima corriente de defecto que puede darse en la instalación y R_A y R_B las puestas a tierra de las masas de baja tensión y del neutro del transformador, respectivamente.

Asimismo, la corriente nominal del diferencial debe ser inferior a la que circula por la línea en la que se instalará. Debe tenerse en cuenta que en las líneas eléctricas se dan pequeñas corrientes de fugas (I_{fugas}) debido a capacidades parásitas entre fases. Por ello, es conveniente que la sensibilidad del diferencial se encuentre fuera del rango $[I_{fugas}/2, I_{fugas}]$.

Finalmente, la combinación entre diferencial tipo S y tipo instantáneo debe verificar que la sensibilidad del primero es de, al menos, el doble que la de segundo

A partir de todo lo expuesto, se presenta la Tab. 22 con la selección y verificación de equipos de protección frente a choque eléctrico: conductores de protección, conductor de tierra, electrodos de puesta a tierra e interruptores diferenciales.

Tab. 22. Selección y verificación de protecciones frente a choque eléctrico.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y CABLE DE TIERRA		
CIRCUITO	S _{línea} [mm ²]	S _{PE} [mm ²]
CS1	N/A	6
CS2	N/A	16
CS1.ZC.CFT1	6	6
CS1.ZC.CFT2	6	6
CS2.ZN.CFT	10	10
CG.ZS.AI	1,5	1,5
CG.ZS.AE	6	6
CS1.ZC.AI	1,5	1,5
CS1.ZC.AE1	6	6
CS1.ZC.AE2	6	6
CS2.ZN.AE1	16	16
CS2.ZN.AE2	6	6
CG.ZS.CFT	6	6
CG.ZS.CFM1	2,5	2,5
CG.ZS.CFM2	6	6
CS2.ZN.CFM	6	6

COND. TIERRA	
Toma de tierra	S _{TT} [mm ²]
Toma de tierra	35

TT	REF. UNESA	ρ [Ω*m]	Perímetro [m]	L _{PICA} [m]	K _R	K _P	K _C	R [Ω]
R _A (Baja Tensión)	N/A	300	24	N/A	N/A	N/A	N/A	25
R _B (Neutro Trafo)	5/22	300	N/A	2	0,201	0,0392	N/A	60,3
R _t (Trafo)	50-25/5/42	300	N/A	2	0,097	0,0221	0,0483	29,1

I _d ^{MÁX} [A]	U _{N1} [V]	χ _n [Ω]	R _n [Ω]	R _t [Ω]	I _d ^{real} [Ω]	U _c [V]	x _{calc} [m]	x _{min} [m]
500	20000	25,40	0	29,1	328,82	1200	19,89	19,89

I _d ^{MÁX} [A]	I _d ^{real} I _z [Ω]	R _t [Ω]	ρ [Ω*m]	K _P	V _p ^{MÁX} [V]	K _C	V _c ^{MÁX} [V]	V _{p,acc} ^{MÁX} [V]
500	328,82	29,1	300	0,0221	2180,07	0,0483	4764,59	4764,59

NUDO	U _i [V]	t _{adm} ^{UL} [s]	I _N ^{Línea} [A]	L _{línea} [m]	I _{fugas} [mA]	Equipo	Marca	Polos
A	24	Infinito	174,70	37	0,814	DPX-250 (BD)	Legrand	4
B	24	Infinito	4,70	14	0,308	iID K	Schneider	2
C	24	Infinito	1,57	59	1,298	iID K	Schneider	2
D	24	Infinito	18,09	37	0,814	iID K	Schneider	2
E	24	Infinito	1,43	62,2	1,368	iID K	Schneider	2
F	24	Infinito	4,91	15	0,330	iID K	Schneider	4
I	24	Infinito	4,62	20	0,440	iID K	Schneider	2
J	24	Infinito	1,57	50,5	1,111	iID K	Schneider	2
K	24	Infinito	1,17	27	0,594	iID K	Schneider	2
L	24	Infinito	27,15	19	0,418	iID K	Schneider	4
M	24	Infinito	19,73	79	1,738	iID K	Schneider	4
N	24	Infinito	4,23	37	0,814	iID K	Schneider	2
O	24	Infinito	0,94	90	1,980	iID K	Schneider	2
P	24	Infinito	0,13	108	2,376	iID K	Schneider	2
Q	24	Infinito	45,73	48	1,056	iID K	Schneider	4
R	24	Infinito	192,45	2,75	0,061	DPX-250 (BD)	Legrand	4

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y CABLE DE TIERRA		
CIRCUITO	S _{línea} [mm ²]	S _{PE} [mm ²]
CS1	N/A	6
CS2	N/A	16
CS1.ZC.CFT1	6	6
CS1.ZC.CFT2	6	6
CS2.ZN.CFT	10	10
CG.ZS.AI	1,5	1,5
CG.ZS.AE	6	6
CS1.ZC.AI	1,5	1,5
CS1.ZC.AE1	6	6
CS1.ZC.AE2	6	6
CS2.ZN.AE1	16	16
CS2.ZN.AE2	6	6
CG.ZS.CFT	6	6
CG.ZS.CFM1	2,5	2,5
CG.ZS.CFM2	6	6
CS2.ZN.CFM	6	6

COND. TIERRA	
Toma de tierra	S _{TT} [mm ²]
Toma de tierra	35

TOMAS DE TIERRA PAT DE CT PROTECCIONES DIFERENCIALES FRENTA A CHOQUE ELÉCTRICO											
t _{defecto} [s]	V _{ca,adm} [V]	ρ _p [Ω*m]	hs [m]	Cs	ρ ₂ [Ω*m]	ρ _{2'} [Ω*m]	V _p ^{adm} [V]	V _c ^{adm} [V]	V _{p,acc} ^{adm} [V]	V _{aislamBT} [V]	V _t [V]
1	107	3000	0,01	0,36	1071,43	2000	7948,57	278,96	10929,29	10000	9198,02

NUDO	t _i [s]	I _N ^{def} [A]	I _Δ [mA]	R _A [Ω]	R _B [Ω]	I _Δ * R _A [V]	U _{Fase} [V]	I _d ^{MÁX} [A]	U _c ^{MÁX} [A]	t _{adm} ^{UC} [s]
A	0,1	250	1000	22,9166667	55,275	22,9166667	400	5,12	117,23	0,18
B	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
C	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
D	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
E	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
F	0	16	30	22,9166667	55,275	0,6875	400	5,12	117,23	0,18
I	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
J	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
K	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
L	0	30	300	22,9166667	55,275	6,875	400	5,12	117,23	0,18
M	0	25	300	22,9166667	55,275	6,875	400	5,12	117,23	0,18
N	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
O	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
P	0	25	30	22,9166667	55,275	0,6875	230	2,94	67,41	1,2
Q	0	50	300	22,9166667	55,275	6,875	400	5,12	117,23	0,18
R	0,1	250	300	22,9166667	55,275	6,875	400	5,12	117,23	0,18

ANEXO F. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

F.1. Cálculos preliminares

Previo al diseño del transformador mediante el software Amikit y a la realización del estudio de campo magnético son necesarios una serie de cálculos que se exponen a continuación.

En una red trifásica, la intensidad primaria y secundaria vienen determinadas por las siguientes expresiones:

$$I_1 = \frac{S_N}{\sqrt{3} * U_{N1}} \quad | \quad I_2 = \frac{S_N - P_{\text{érd.}}}{\sqrt{3} * U_{N2}}$$

Donde S_N representa la potencia nominal del transformados (400 kVA), $P_{\text{érd.}}$ representa las pérdidas en el hierro y los arrollamientos del transformador (se estiman en 8 kW) y $U_{N1}|U_{N2}$ representan las tensiones compuestas nominales de primario y secundario en carga (20 kV y 0,4 kV, respectivamente). Con las expresiones anteriores se obtiene $I_1=11,55$ A e $I_2=566$ A.

La compañía suministradora proporciona la potencia de cortocircuito $S_{cc}=350$ MVA. Con este dato es posible calcular las corrientes de cortocircuito tanto en alta como en baja tensión a través de las siguientes expresiones:

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_{N1}} \quad | \quad I_{cc2} = \frac{S_N}{\sqrt{3} * U_{N2} * \varepsilon_{cc}}$$

Donde ε_{cc} es la tensión porcentual de cortocircuito del transformador y adquiere un valor del 4%. Las ecuaciones anteriores dan como resultado $I_{cc1}=10,1$ kA e $I_{cc2}=14,15$ kA.

F.2. Diseño del centro de transformación

Entrando al software Amikit del fabricante ORMAZABAL se eligen los parámetros de diseño del centro de transformación. A partir de los datos introducidos, el fabricante proporciona la solución comercial que mejor se ajusta a los requerimientos. A continuación, se presentan las Tab. 23-Tab. 26 con los parámetros de diseño introducidos en Amikit con su correspondiente justificación.

Tab. 23. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (1/4).

Parámetro	Valor	Justificación
Red Eléctrica		
Compañía suministradora	i-DE	La compañía suministradora es Iberdrola.
Tensión de servicio	20 kV	Tensión de suministro en alta tensión de la compañía.
Frecuencia	50 Hz	Frecuencia de la red.
Intensidad de bucle	400 A	Intensidad nominal de las celdas. Suele estar entre 400 A y 630 A. Se elige el valor más económico.
Potencia de cortocircuito	350 MVA	Dato proporcionado por la compañía suministradora.
Intensidad de cortocircuito nominal	16 kA	Se refiere al poder de corte de las protecciones de la compañía. En nuestro caso, la corriente de cortocircuito máxima en alta tensión es de 10,1 kA por lo que se elige un poder de corte superior.
Centro de transformación		
Tipo de Centro	Cliente	El centro de transformación pertenece al ayuntamiento de Aras de los Olmos.
Tensión nominal	24 kV	Valor típico de tensión nominal para suministro a 20 kV.
Tipo de Aparata de alta tensión	Modular	Solo son necesarias una celda de entrada y una celda de protección por lo que pueden ir en módulos y no de manera compactada, lo cual es más económico.
Clasificación IAC	Sí	Se pretende, por seguridad, que el centro de transformación esté protegido frente a arco interno.
Tipo de control	Maniobra motorizada local de las celdas	Se elige maniobra motorizada de las celdas debido a su coste más económico frente a otros automatismos.
Conexión a la red	Una entrada	El centro es punta de línea por lo que únicamente necesita una línea de entrada.
Transformadores de potencia	Con un transformador	Únicamente se instalará un transformador.
Datos del transformador		
Potencia del transformador	400 kVA	Potencia superior a la instalada en la planta con opción a cambio de generador de mayor potencia.
Tensión primaria	20 kV	Misma tensión asignada que la red de suministro.
Tipo de aislamiento	Aisl. Seco/Resina epoxi	El transformador de tipo seco ofrece las siguientes ventajas frente a los transformadores refrigerados en aceite: mayor eficiencia, menor coste de mantenimiento y mayor durabilidad y seguridad.
Celda de protección	Con fusibles y sobreintensidad de 3 fases y neutro	La protección frente a cortocircuitos será mediante fusibles por ser una opción más económica que los IA. Con ellos, deben disponerse IAs para la protección frente a sobrecargas y defectos a tierra.

Tab. 24. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (2/4).

Parámetro	Valor	Justificación
Toroidales de protección	5-100 A	Valor propuesto por el fabricante para toroidales de protección frente a sobrecargas y defectos a tierra en función de la potencia del transformador.
Alimentación de protección	Autoalimentado	Los relés de protección se autoalimentan de la propia red.
Protección propia del transformador	Sin protección propia	No se dispondrá de alarmas con el fin de abaratar costes.
Tensión secundaria	420 V	En correspondencia con la tensión a la que se quiere suministrar (400V).
Número de salidas	Interruptor en carga + 1 salida con fusibles	Se dispone de interruptor de corte en carga para maniobras y de una salida trifásica protegida mediante fusibles contra cortocircuitos en baja tensión.
Protección física del transformador	Con cerradura	N/A.
Datos de protección general		
Celda de protección general	Con fusibles de 40 A	Como se establece en la fila 'Número de salidas'. Mismo tipo de protección que en alta tensión.
Protección general	Sobreintensidad 3 fases y neutro	Mismo tipo de protección que en alta tensión.
Toroidales de protección	5-100 A	Valor propuesto por el fabricante para toroidales de protección frente a sobrecargas y defectos a tierra en función de la potencia del transformador.
Alimentación de protección	Autoalimentado	Mismo tipo de protección que en alta tensión.
Medida de energía		
Potencia contratada	Se conoce el valor	N/A.
Valor de potencia contratada	250 kW	La potencia contratada es aproximadamente la del generador de la planta.
Tipo de cliente	Tipo 3	Cliente con pago a través de 3 periodos tarifarios en consumo. Contador bidireccional.
Tipo de tarifador	Electrónico	N/A.
Separación compañía-cliente		
Separación física entre compañía/cliente	Dos puertas y malla	N/A.
Seccionamiento compañía	Seccionamiento con interruptor y PAT	Se incluye la puesta a tierra para permitir labores de mantenimiento.
Seccionamiento cliente	N/A	N/A.

Tab. 25. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (3/4).

Parámetro	Valor	Justificación
Edificio		
Alimentación de servicios auxiliares	No	N/A.
Modelo de edificio	Pfu	Edificio prefabricado. Opción más económica de las ofrecidas por el fabricante.
Conexión de neutro del transformador		
Tipo de conexión	Unido a tierra a través de impedancia	En el esquema de distribución de tierras tipo TT el neutro del transformador lleva su propia toma de tierra.
Resistencia del neutro	0 Ω	Despreciable frente al valor de la reactancia.
Reactancia del neutro	25,4 Ω	Calculada en función de una intensidad de defecto máxima de 500 A.
Protecciones		
Intensidad máxima de defecto	500 A	Dato proporcionado por la compañía suministradora.
Protección de líneas	De tiempo independiente	Dato proporcionado por la compañía suministradora. El tiempo de disparo no depende de la magnitud de la falta, sino únicamente de que esta supere un valor umbral conocido
Tiempo de despeje	0,7 s	Dato proporcionado por la compañía suministradora. Tiempo de disparo ante defecto a tierra.
Intensidad de arranque	100 A	Dato proporcionado por la compañía suministradora. Intensidad de defecto a partir de la cual dispara la protección.
Reenganche	No existe	Dato proporcionado por la compañía suministradora.
Red de tierras		
Separación de tierras	Sí	Se separa PAT de masas de centro de transformación y neutro del transformador.
Tierra de protección		
Geometría	Anillo rectangular	Véase anexo E.
Nº de picas	4	Véase anexo E.
Profundidad	Enterrada a 0,5 m	Véase anexo E.
Longitud de picas	2 m	Véase anexo E.
Dimensiones	Anillo rectangular de 5x2,5 m	Véase anexo E.

Tab. 26. Parametrización de centro de transformación en software Amikit (4/4).

Parámetro	Valor	Justificación
Tierra de servicio		
Geometría	Picas alineadas	Véase anexo E.
Nº de picas	2	Véase anexo E.
Profundidad	Enterrada a 0,5 m	Véase anexo E.
Longitud de picas	2 m	Véase anexo E.
Dimensiones	Picas separadas 3 m	Véase anexo E.
Resistividad del terreno	275 Ω/m	Valor más cercano permitido por el programa Amikit. La resistividad del terreno se estima alrededor de 275 Ω/m .

F.3. Estudio de campos magnéticos

Para la realización del estudio del campo magnético del centro de transformación se empleará el software CRMagPLUS. Primeramente, es necesaria la definición de la geometría general del centro de transformación. Posteriormente, se pasa a definir las líneas eléctricas que lo componen, tanto en alta como en baja tensión. El principal campo magnético se dará para las líneas de baja tensión pues estas son las que transportan mayor corriente (566 A). La fig. 45 ilustra el diseño empleado para el cálculo.

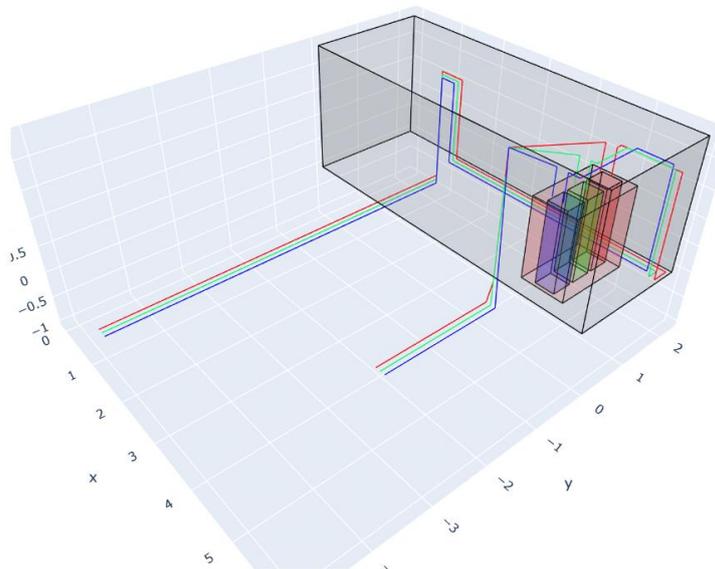


fig. 45. Definición de centro de transformación en CRMagPLUS. Fuente: Propia.

Nótese que, en la figura anterior, no aparece el neutro del transformador. Esto se debe a que se considera una situación de sistema trifásico equilibrado, por lo que por el neutro no circulará corriente.

Con el centro de transformación definido se pasa a la simulación de los cálculos. Se define un plano de cálculo de ancho y largo mayor a la propia caseta del transformador con el fin de conocer el campo magnético en las proximidades de la misma. Este plano se sitúa a una altura de 1 m, pues se toma como referencia de punto medio del cuerpo humano. Los resultados se muestran en la fig. 46.

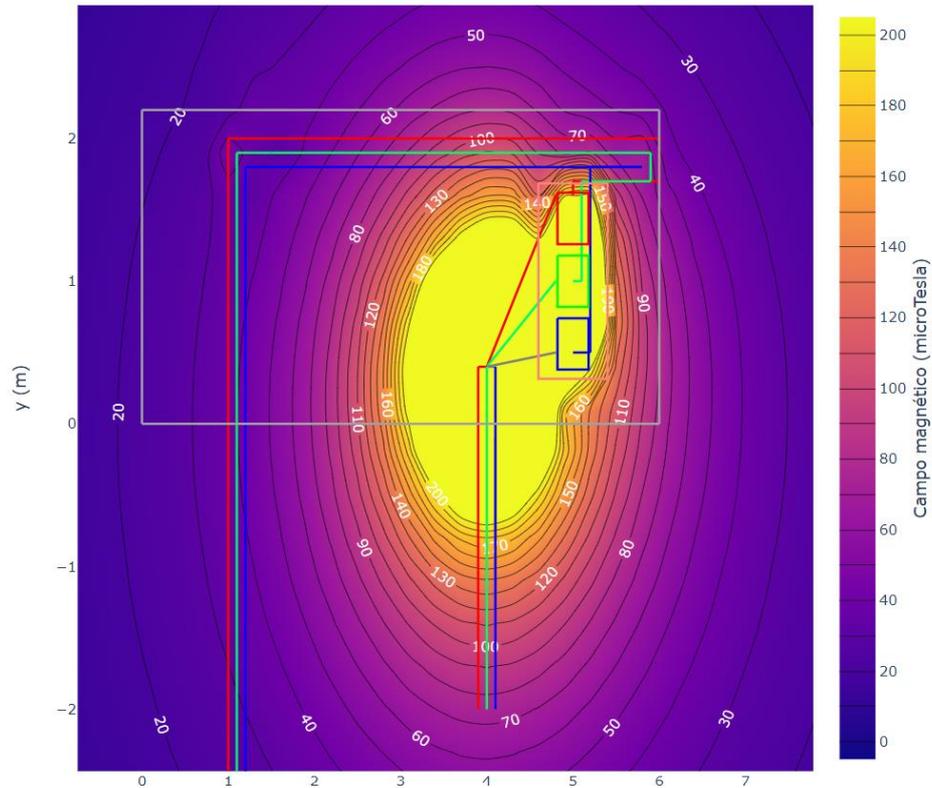


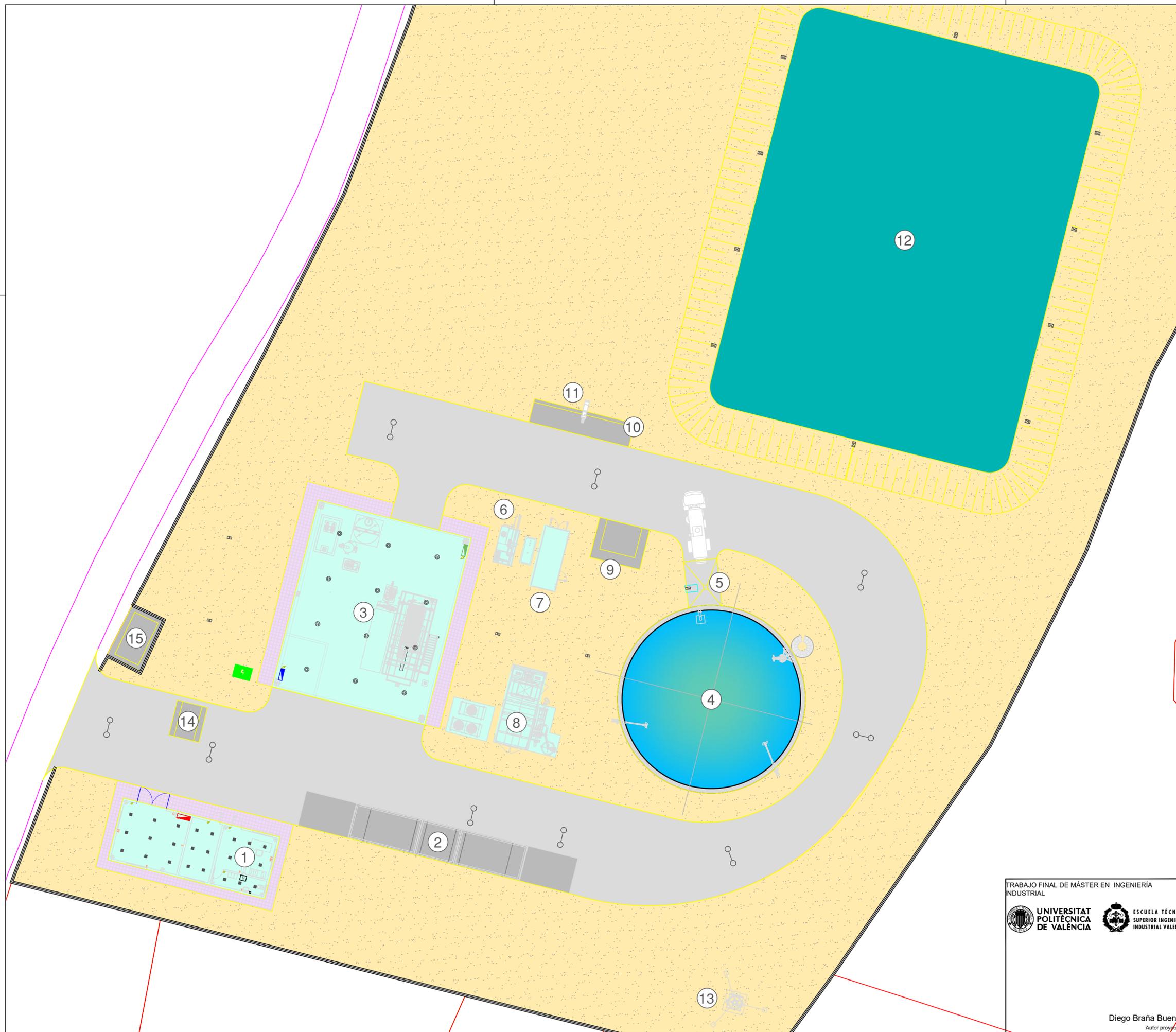
fig. 46. Campo magnético en centro de transformación de Aras de los Olmos. Fuente: Propia.

Se aprecia como se supera el límite de 100 μT en zonas hasta 1,5 m alejadas de la caseta del transformador. Para evitar los riesgos para la salud que estos valores de campo suponen, se incorporará una valla de acceso al perímetro del centro de transformación separada 2 m de este. A partir de esta valla solo podrá encontrarse personal cualificado.

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

1. Plano general de cargas eléctricas y espacios proyectados.....	81
1.1. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en edificio de oficinas.....	82
1.2. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en edificio de deshidratación de fangos.....	83
1.3. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en zona de digestor.....	84
1.4. Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en zona de balsa.....	85
2. Asignación de cargas a circuitos.....	86
3. Plano general de trazado de líneas eléctricas.....	87
4. Plano general de puestas a tierra.....	88
5. Diagrama unifilar de la instalación eléctrica de baja tensión.....	89
6. Esquema general de puesta a tierra de masas de baja tensión.....	90
7. Centro de transformación.....	91



LEYENDA	
Cargas y espacios proyectados	
①	Edificio de oficinas, control, vestuarios y taller
②	Báscula de pesaje
③	Edificio de deshidratación de fangos
④	Digestor Diámetro 17,5 m Altura 7 m y gasómetro
⑤	Zona de descarga
⑥	Enfriador y lavador de gas
⑦	Caldera auxiliar e intercambiador de calor
⑧	Generador de 250 kW
⑨	Piquera
⑩	Separador de digestato
⑪	Tornillo separador
⑫	Balsa
⑬	Antorcha
⑭	Lavarruedas
⑮	Espacio para centro de transformación
Cargas añadidas	
	Luminaria SPECTRAL SPG0330246AH
	Luminaria SIMON MERAK SXF SA
	Luminaria Hess MASTAUSLEGERL Barcelona
	Luminaria SIMON ALTAIR IYF
	Luminaria WE-EF VFL520 [A60]
	Luminaria WE-EF VFL530-SE [R65]
	Cuadro general
	Cuadro secundario nº1
	Cuadro secundario nº2
	Toma de corriente de 16A
	Estación de carga de carretilla elevadora
	Conmutador de encendido
	Interruptor de encendido
	Secamanos
	Ducha con calentador de agua

TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

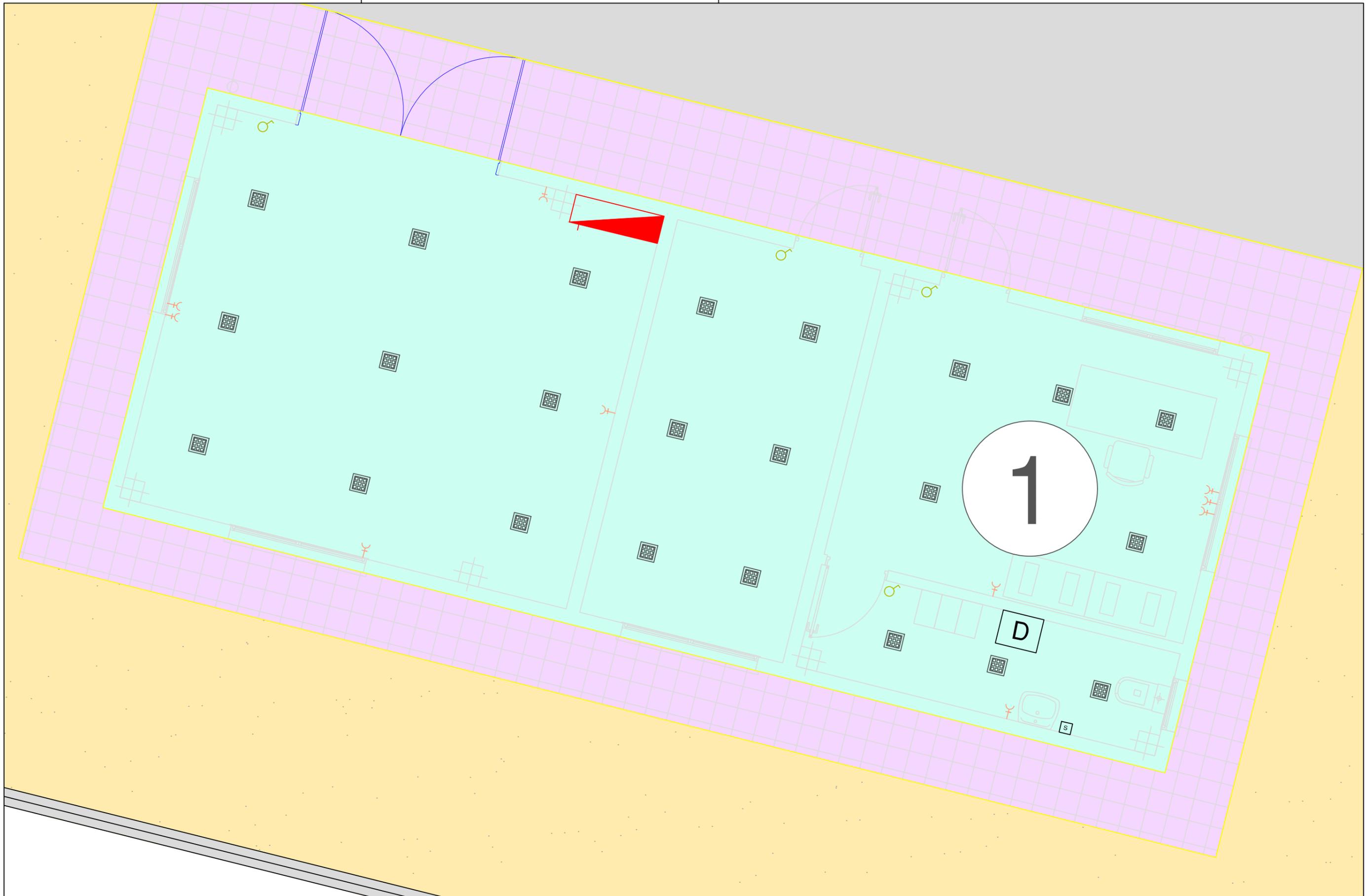
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

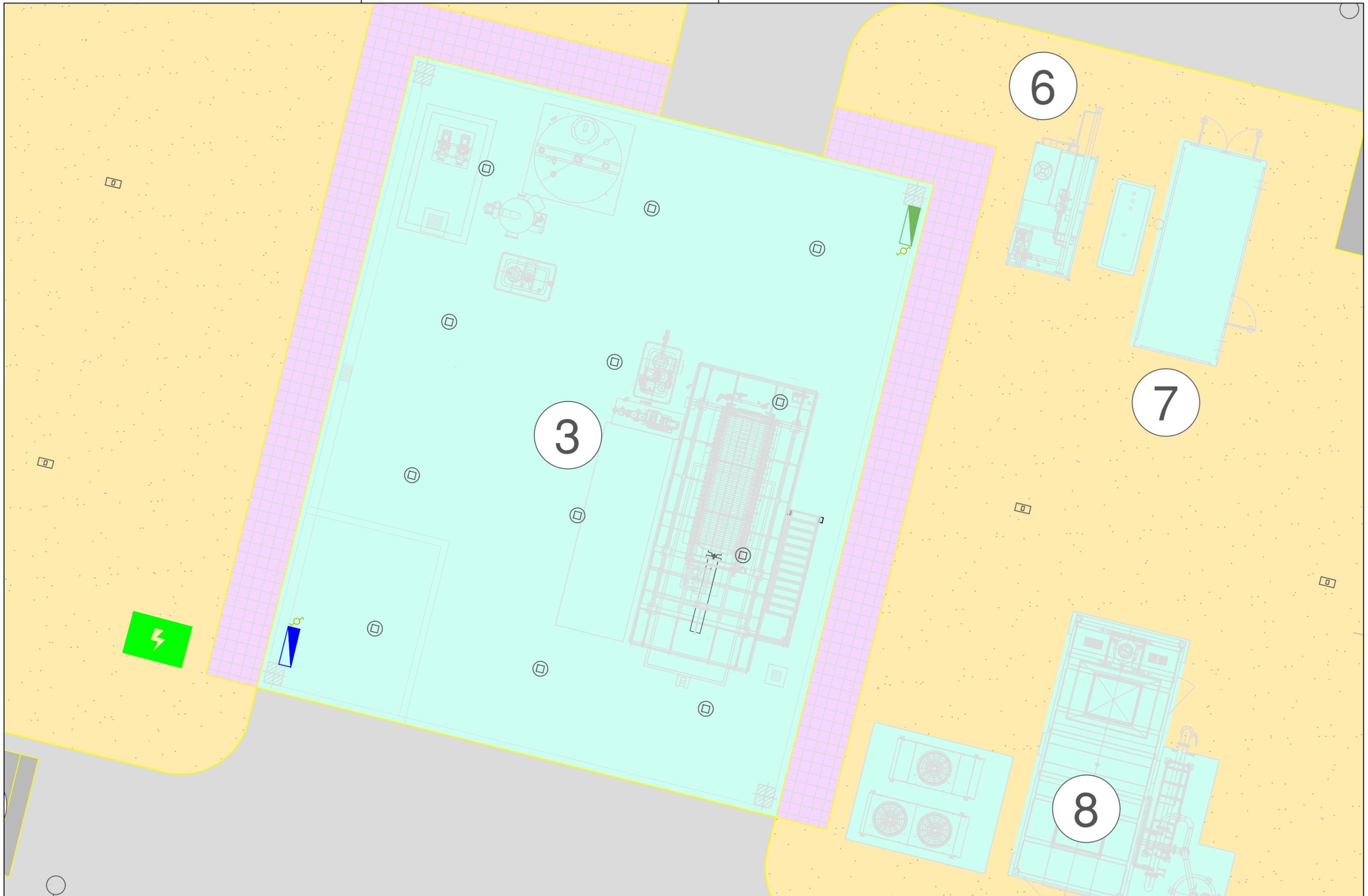
Diego Braña Bueno
Autor proyecto

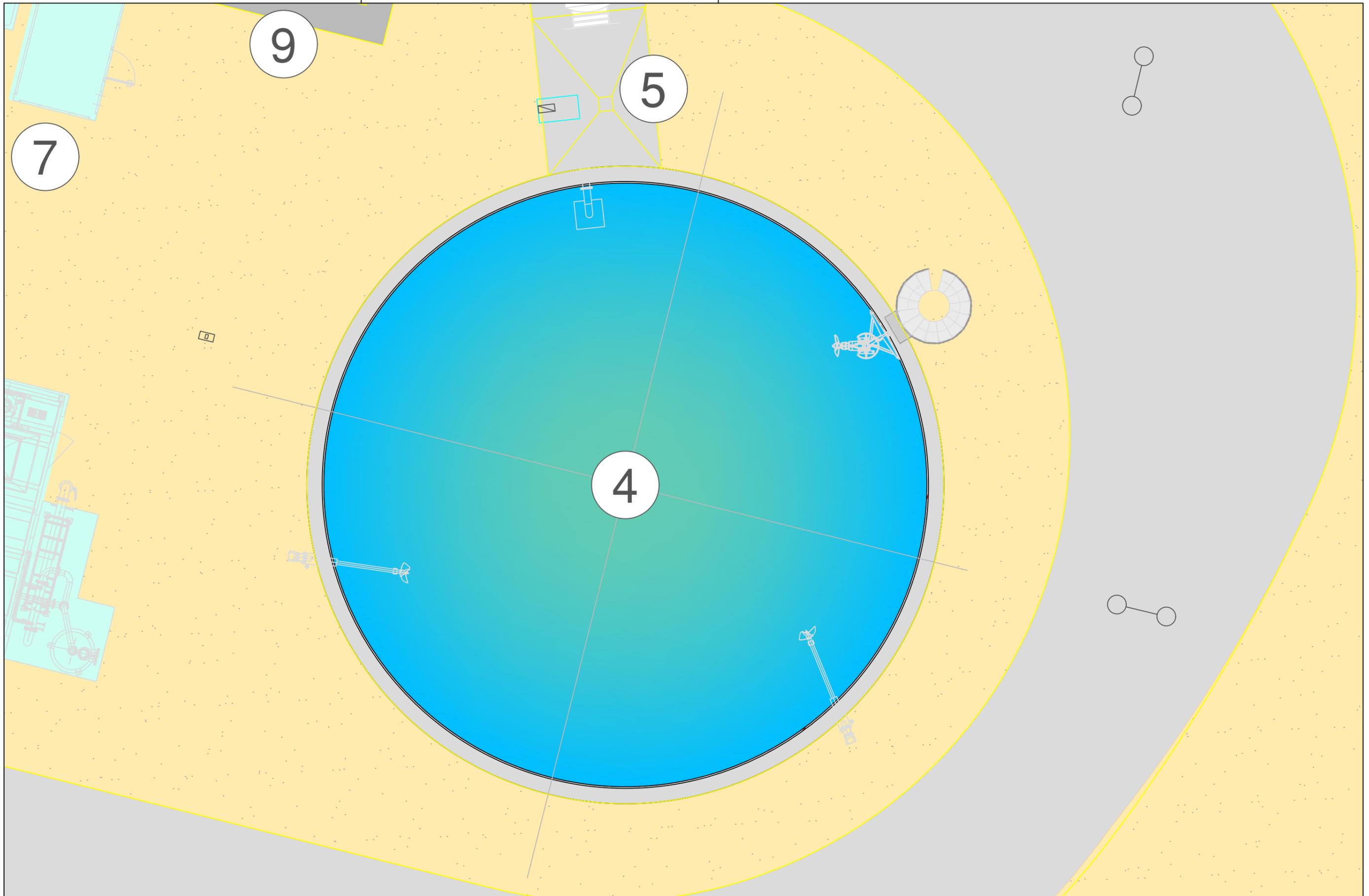
Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (400 kVA) PARA PLANTA DE BIOGÁS EN EL MUNICIPIO DE ARAS DE LOS OLIVOS

Fecha: Marzo 2023 Escala: 1:250

Plano: Plano general de cargas eléctricas y espacios proyectados Nº Plano: 1







TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

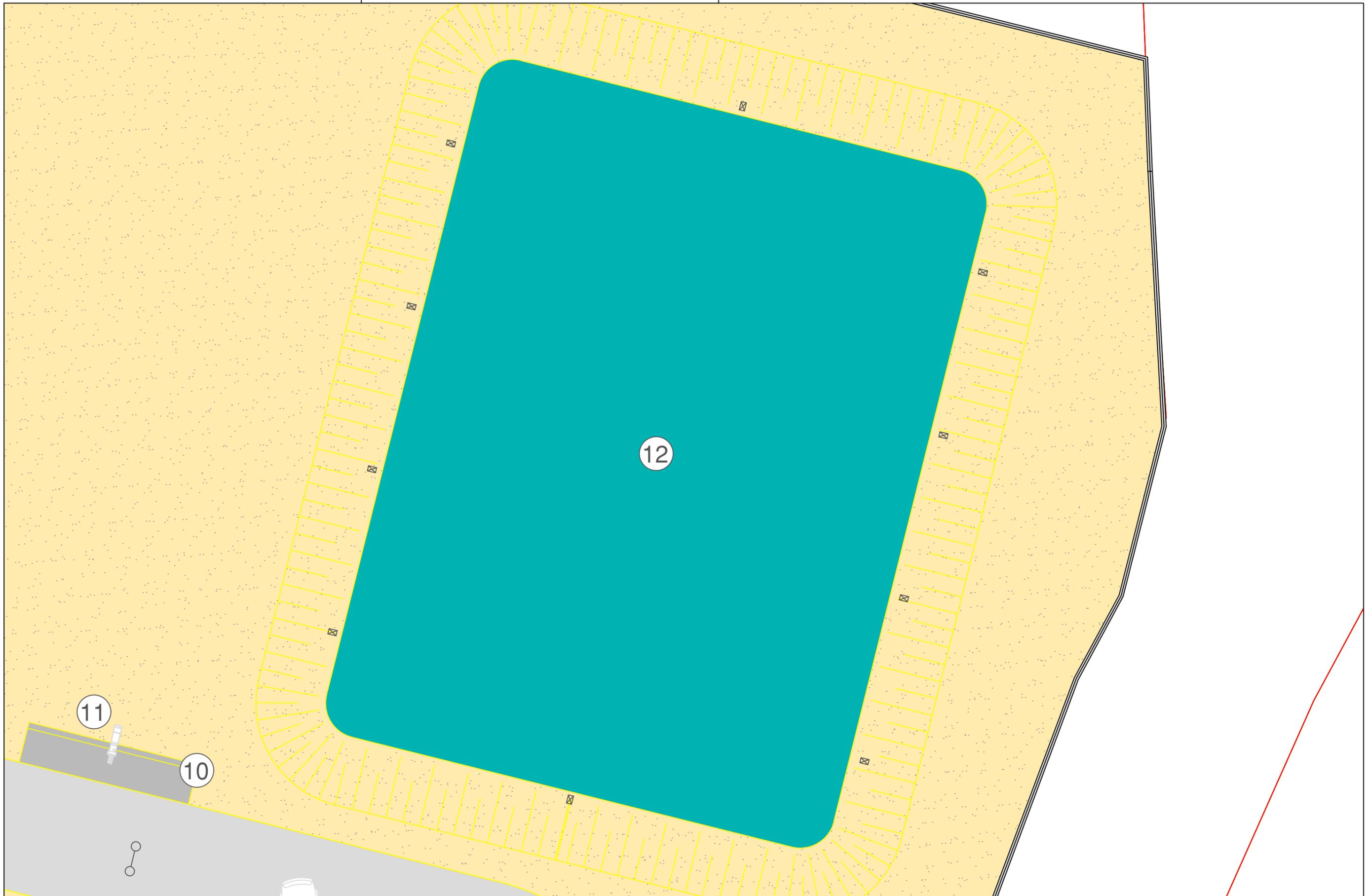


Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (400 kVA) PARA PLANTA DE BIOGÁS EN EL MUNICIPIO DE ARAS DE LOS OLMO

Plano: Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en zona de digestor
 Autor: Diego Braña Bueno

Fecha: Marzo 2023
 Escala: 1:100

Nº Plano: 1.3



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (400 kVA) PARA PLANTA DE BIOGÁS EN EL MUNICIPIO DE ARAS DE LOS OLMOS

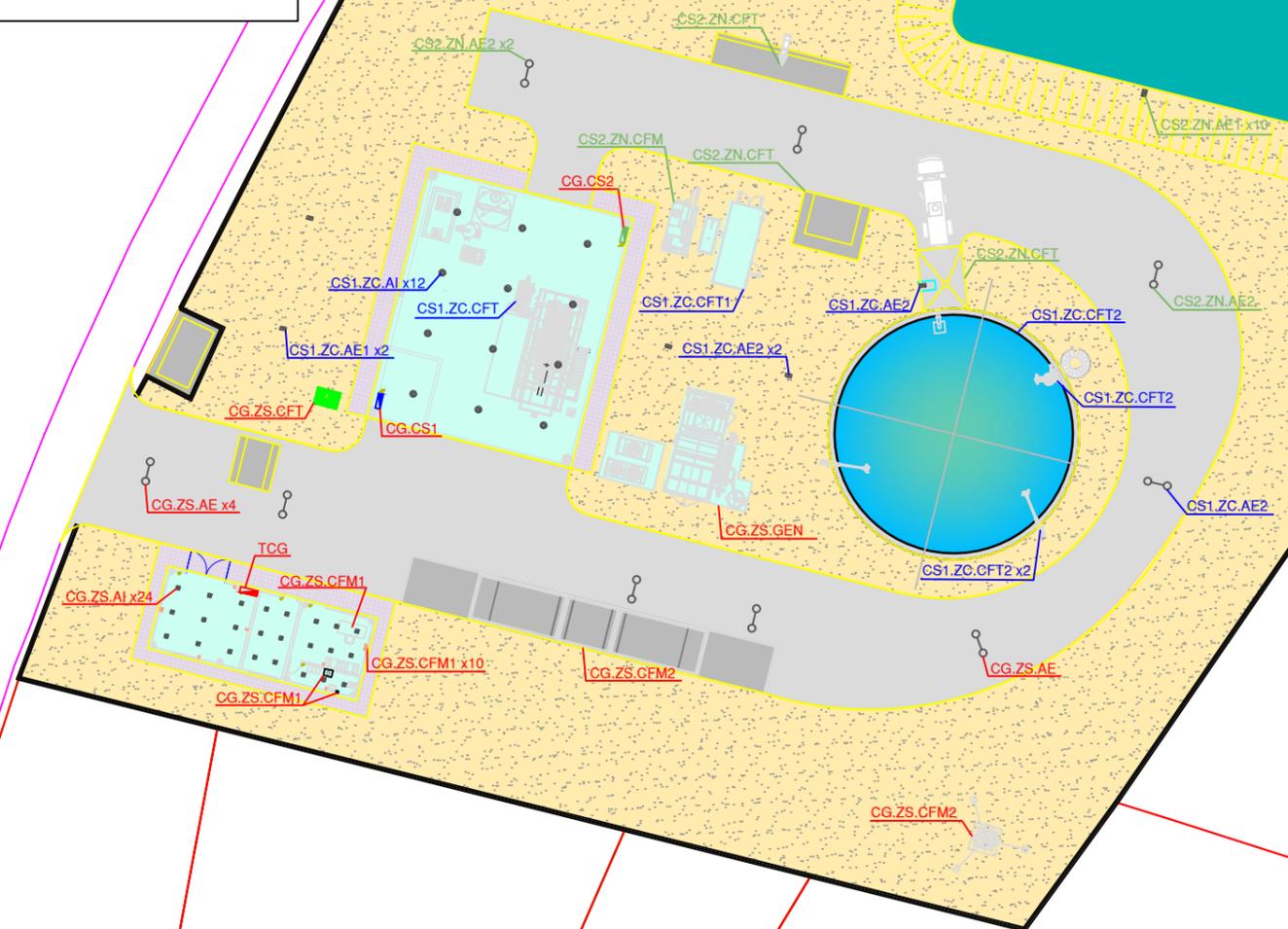
Plano: Plano detalle de cargas eléctricas y espacios proyectados en zona de balsa
Autor: Diego Braña Bueno

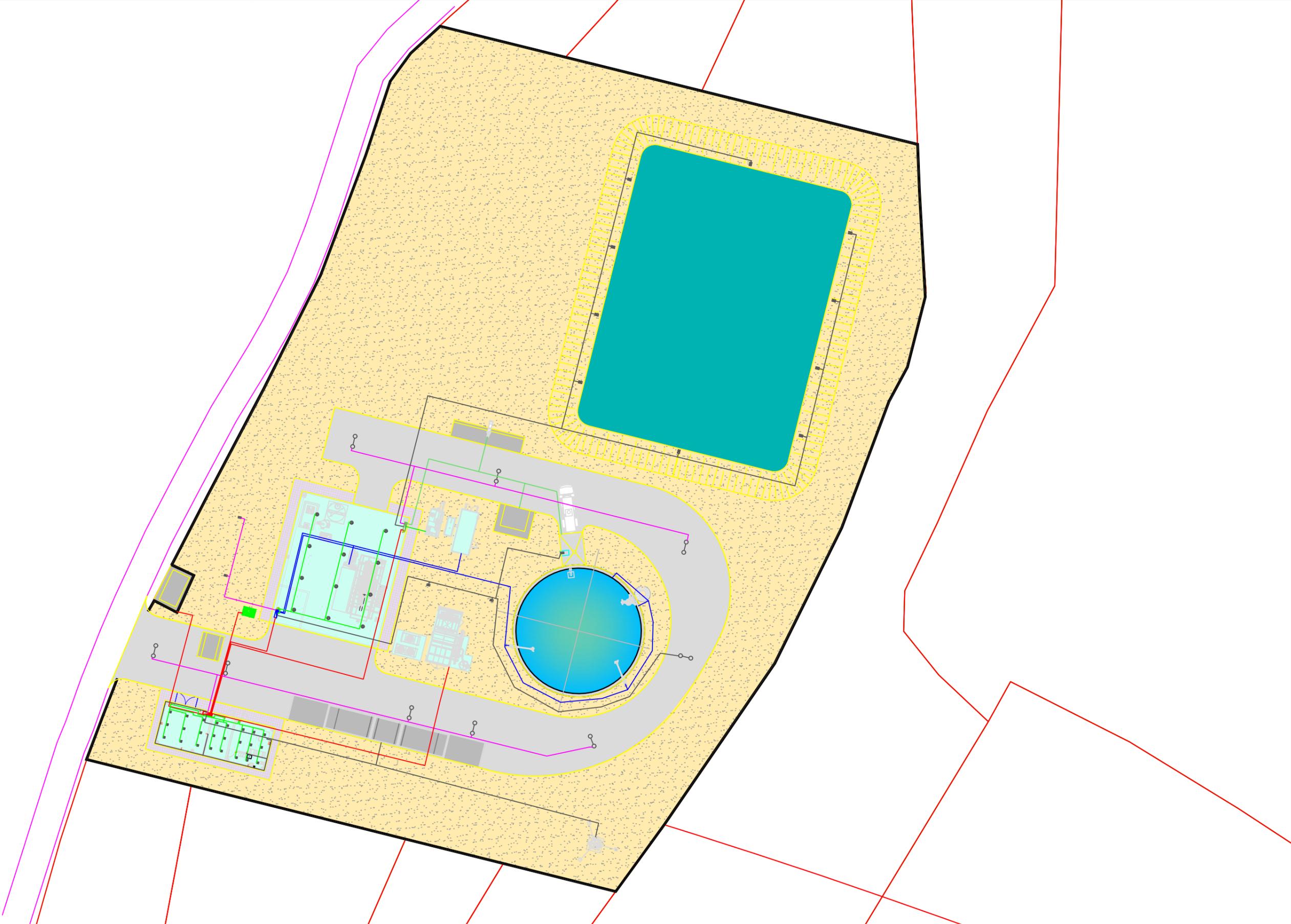
Fecha: Marzo 2023
Escala: 1:100

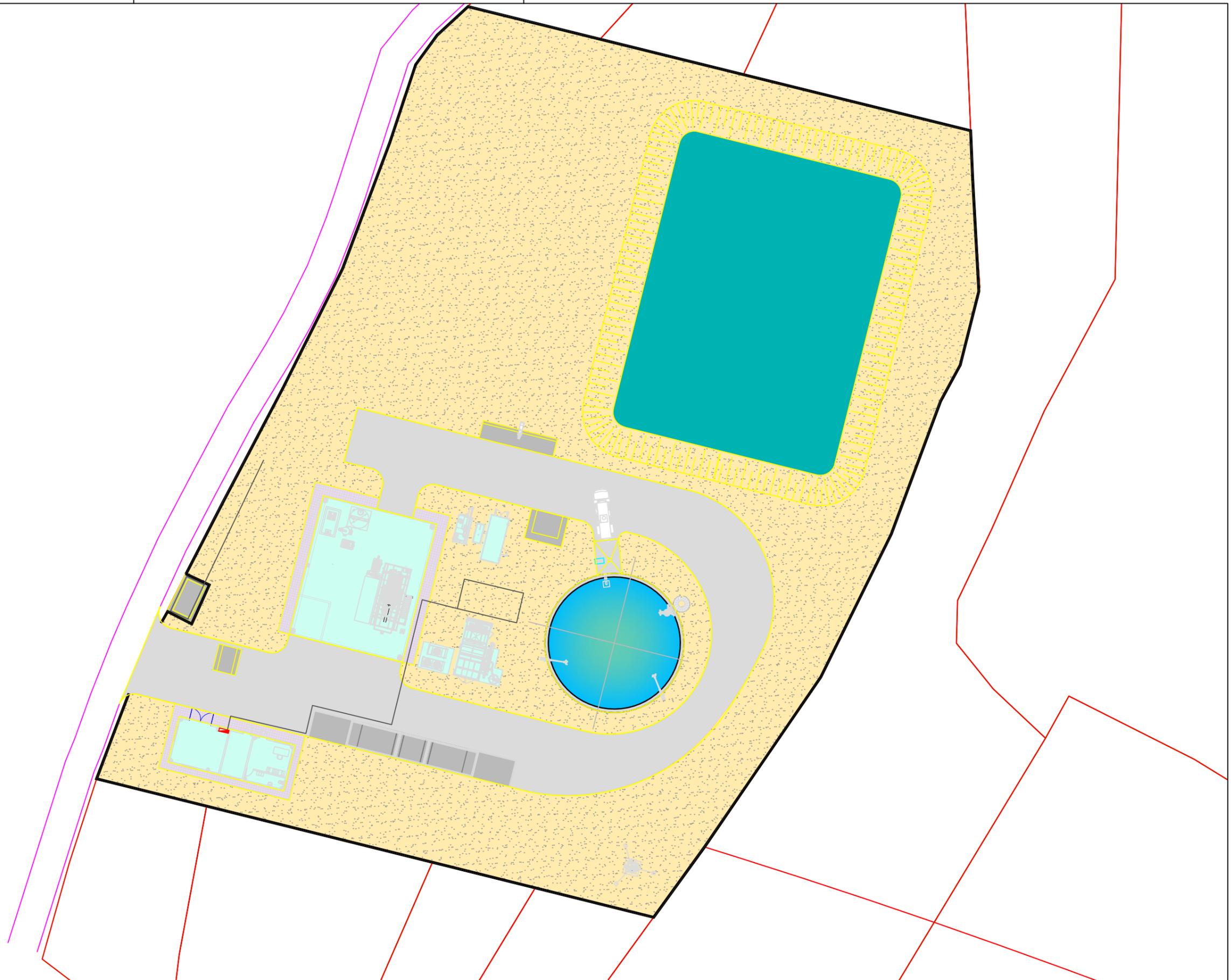
Nº Plano: 1.4

NOMENCLATURA

TCG	Línea de Transformador a Cuadro General
CG.ZS.AI	Circuito de Cuadro General en Zona Sur para Alumbrado Interior
CG.ZS.AE	Circuito de Cuadro General en Zona Sur para Alumbrado Exterior
CG.ZS.CFM1	Circuito de Cuadro General en Zona Sur para Cargas de Fuerza Monofásicas nº1
CG.ZS.CFM2	Circuito de Cuadro General en Zona Sur para Cargas de Fuerza Monofásicas nº2
CG.ZS.CFT	Circuito de Cuadro General en Zona Sur para Cargas de Fuerza Trifásicas
CG.ZS.GEN	Circuito de Cuadro General en Zona Sur para Generador
CG.CS1	Circuito de Cuadro General para Cuadro Secundario "i" con i=1, 2
CS1.ZC.AI	Circuito de Cuadro Secundario nº1 en Zona Central para Alumbrado Interior
CS1.ZC.AE	Circuito de Cuadro Secundario nº1 en Zona Central para Alumbrado Exterior nº1
CS1.ZC.AE	Circuito de Cuadro Secundario nº1 en Zona Central para Alumbrado Exterior nº2
CS1.ZC.CFT1	Circuito de Cuadro Secundario nº1 en Zona Central para Cargas de Fuerza Trifásicas nº1
CS1.ZC.CFT2	Circuito de Cuadro Secundario nº1 en Zona Central para Cargas de Fuerza Trifásicas nº2
CS2.ZN.AE1	Circuito de Cuadro Secundario nº2 en Zona Norte para Alumbrado Exterior nº1
CS2.ZN.AE2	Circuito de Cuadro Secundario nº2 en Zona Norte para Alumbrado Exterior nº2
CS2.ZN.CFM	Circuito de Cuadro Secundario nº2 en Zona Norte para Cargas de Fuerza Monofásicas
CS2.ZN.CFT	Circuito de Cuadro Secundario nº2 en Zona Norte para Cargas de Fuerza Trifásicas

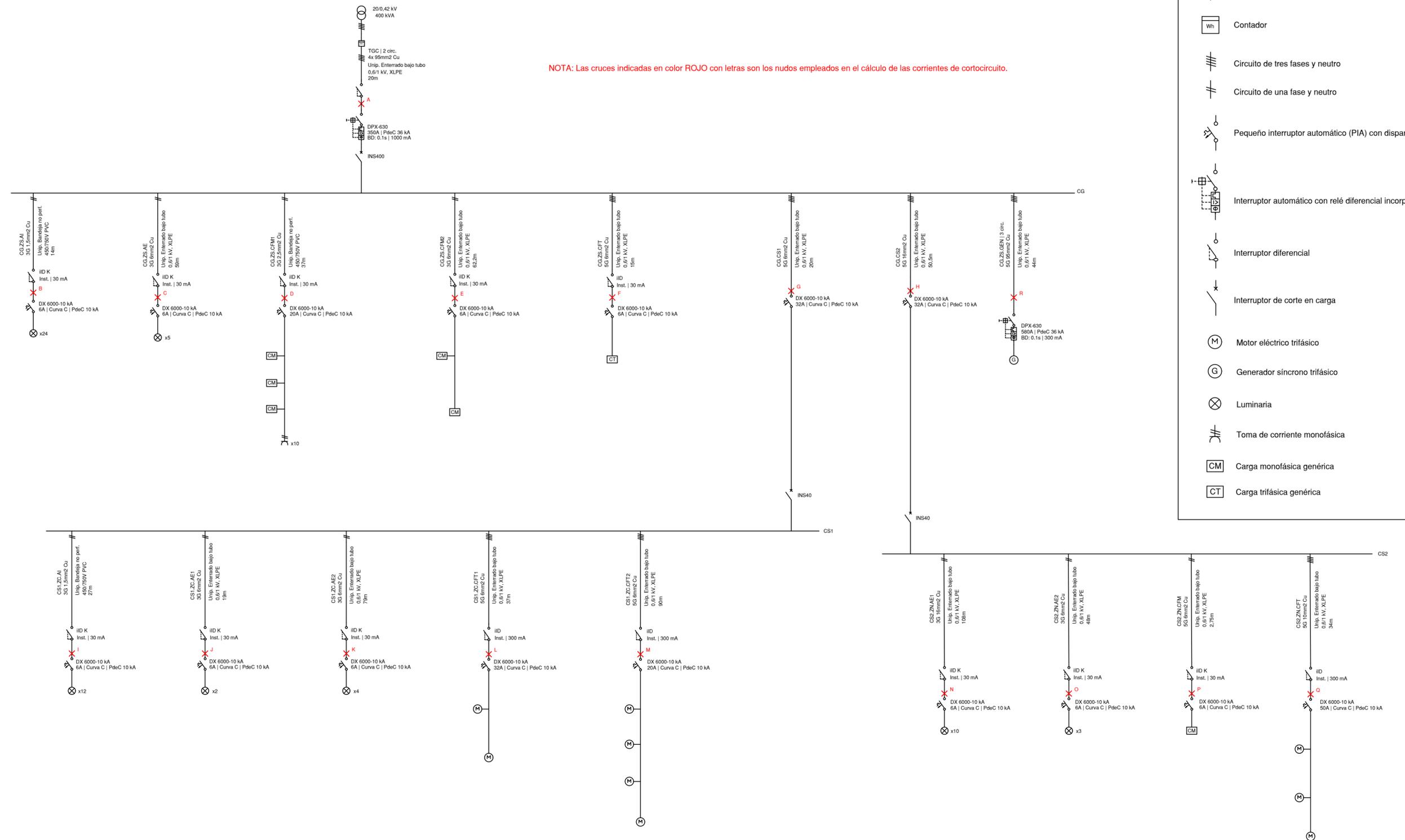






LEYENDA	
	Centro de transformación
	Contador
	Circuito de tres fases y neutro
	Circuito de una fase y neutro
	Pequeño interruptor automático (PIA) con disparo magnetotérmico
	Interruptor automático con relé diferencial incorporado
	Interruptor diferencial
	Interruptor de corte en carga
	Motor eléctrico trifásico
	Generador síncrono trifásico
	Luminaria
	Toma de corriente monofásica
	Carga monofásica genérica
	Carga trifásica genérica

NOTA: Las cruces indicadas en color ROJO con letras son los nudos empleados en el cálculo de las corrientes de cortocircuito.



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Diego Braña Bueno
Autor proyecto

Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (400 kVA) PARA PLANTA DE BIOGÁS EN EL MUNICIPIO DE ARAS DE LOS OLMOS

Fecha: Abril 2023

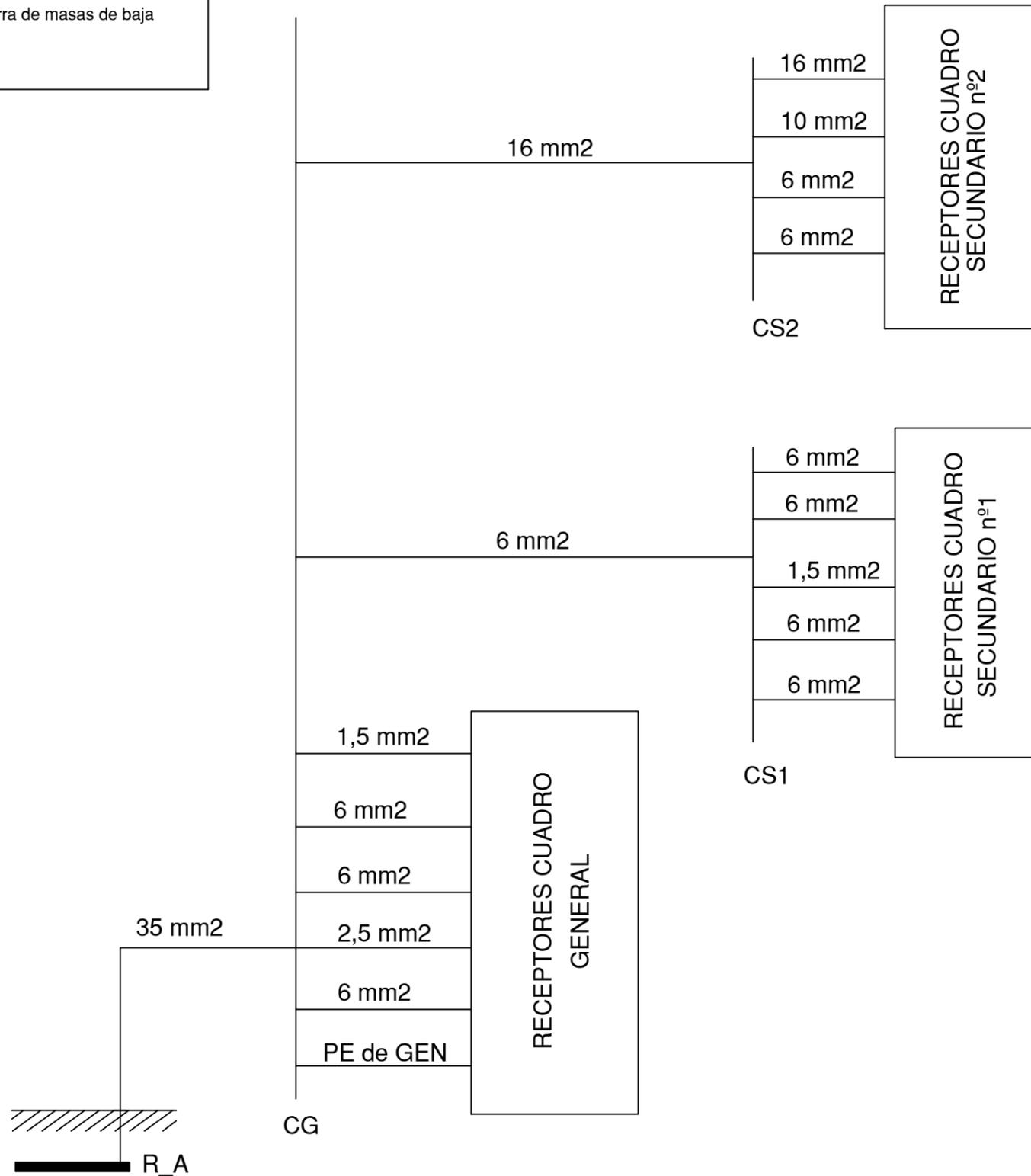
Plano: Diagrama unifilar de la instalación eléctrica de baja tensión

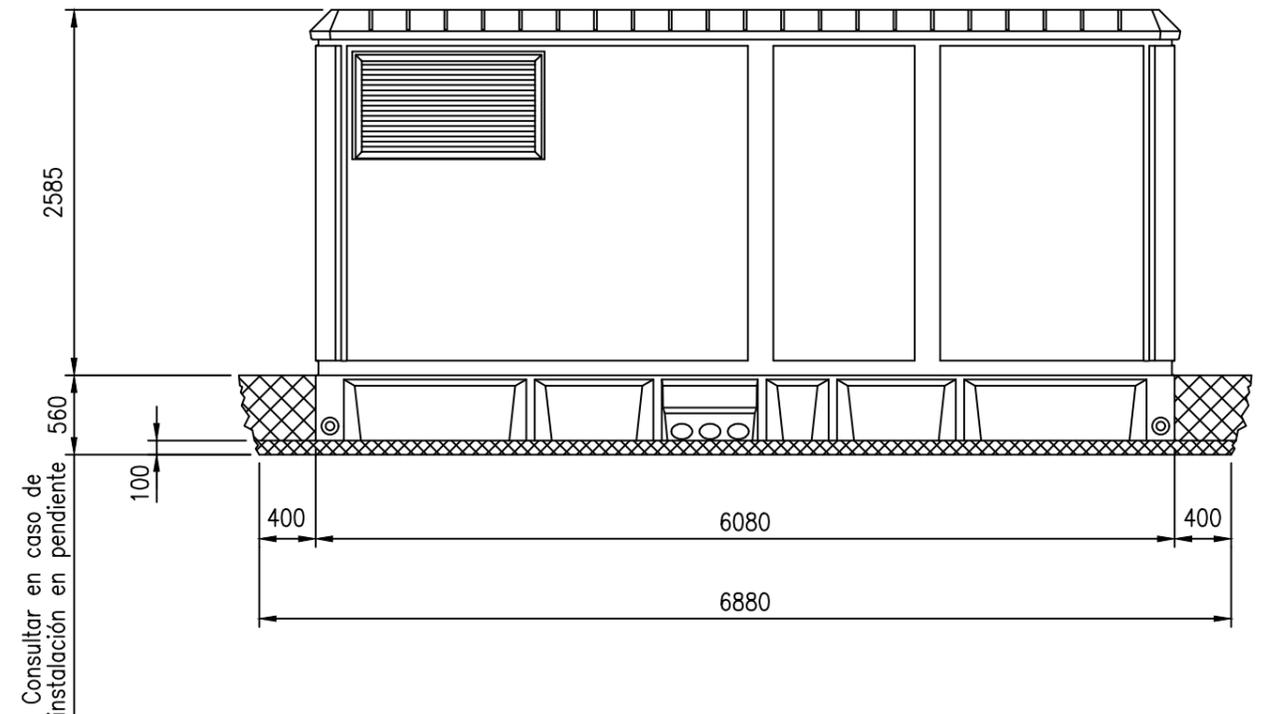
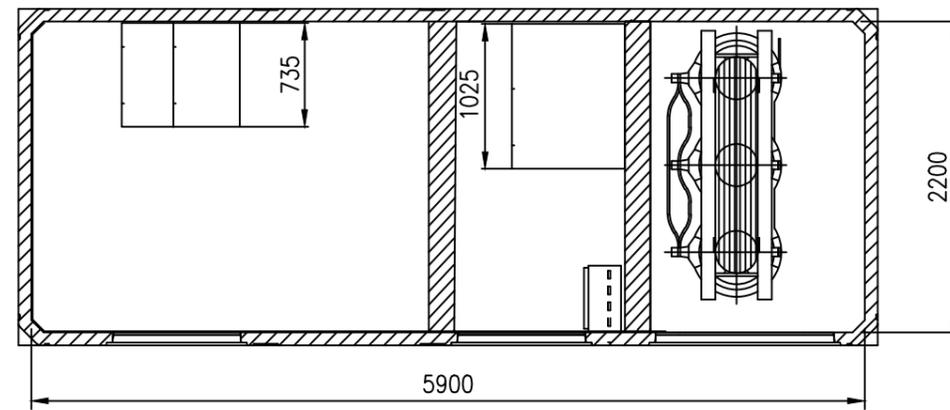
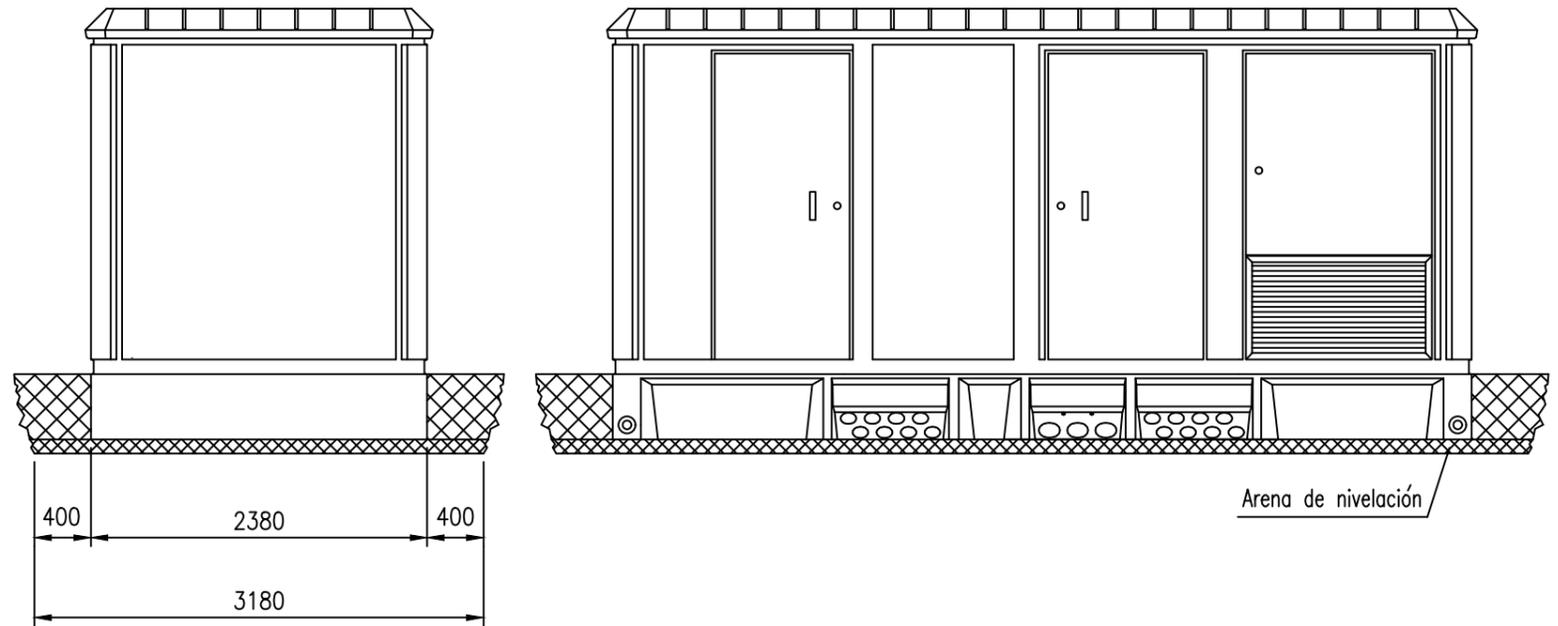
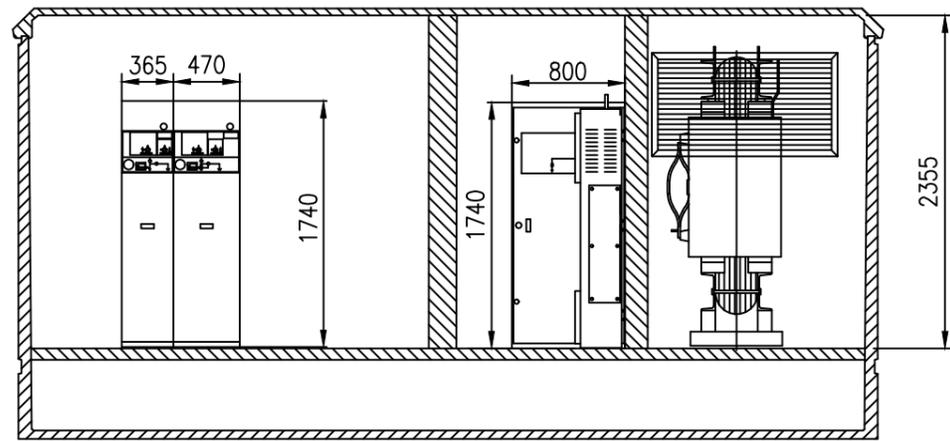
Escala: N/A

Nº Plano: N/A

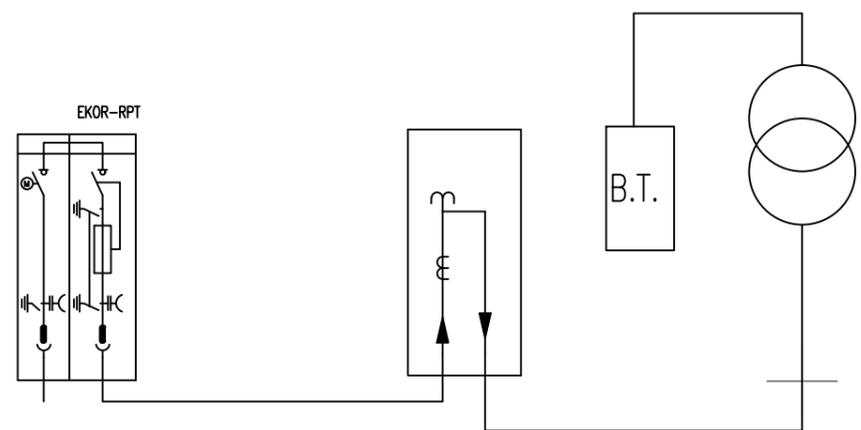
LEYENDA

 R_A Electrodo anillo rectangular de puesta a tierra de masas de baja tensión





DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE DE GESTIÓN DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Premisas.....	94
2. Objeto del estudio.....	94
3. Proyecto referenciado.....	94
4. Descripción y emplazamiento de la obra.....	94
5. Suministro de energía y agua potable.....	94
6. Servidumbre y condicionantes.....	95
7. Riesgos laborales eliminables completamente.....	95
8. Riesgos laborales no eliminables completamente.....	95
8.1. Riesgos aplicables a toda la obra.....	95
8.2. Riesgos aplicables a movimientos de tierras.....	96
8.3. Riesgos aplicables a instalación y puesta en tensión.....	97
9. Trabajos laborales especiales.....	98
10. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.....	98
11. Previsiones para trabajos posteriores.....	99
12. Normas de seguridad aplicables en la obra.....	99

1. Premisas

La redacción del Estudio Básico de Seguridad y Salud tomará como referencia el elaborado por Faci Green, P. (2010) para la realización de la instalación eléctrica de baja tensión de un conjunto de viviendas debido a la similitud de las obras que se prevén entre las del presente proyecto y el mencionado. [6]. Adicionalmente y por el mismo motivo, se tomará como referencia el Estudio elaborado para la instalación eléctrica de una fábrica de armarios eléctricos (Hernández García, P. J. (2015)). [7]

2. Objeto del estudio

El objeto del presente estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 (y modificaciones según RD 604/2006), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. [6]

3. Proyecto referenciado

El Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos.

4. Descripción y emplazamiento de la obra

Los datos acerca de la descripción y emplazamiento de la obra vienen recogidos en el documento de Memoria del presente proyecto.

5. Suministro de energía y agua potable

El suministro de energía eléctrica será proporcionado por la empresa constructora, incluyéndose los puntos de enganche requeridos.

El suministro de agua potable será en las condiciones normales de suministro de agua en el municipio de la obra. En caso de no ser posible, se dispondrán de los medios necesarios que aseguren su suministro en la obra.

6. Servidumbre y condicionantes

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que, si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de RD 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso. [7]

7. Riesgos laborales eliminables completamente

Los riesgos laborales considerados como completamente evitables y sus contramedidas son:

- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas. Como contramedida se plantea el corte de energía, puesta a tierra, apantallamiento de protección y cortocircuito de los cables.

8. Riesgos laborales no eliminables completamente

A continuación, se identifican los riesgos considerados como no completamente evitables, así como sus acciones preventivas y de reducción de riesgos.

8.1. Riesgos aplicables a toda la obra

Se listan los riesgos:

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de objetos sobre terceros.
- Choques o golpes contra objetos.
- Fuertes vientos.
- Ambientes pulvígenos.
- Trabajos en condición de humedad.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.

Las medidas de prevención y reducción de riesgos son:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).

- Periódicamente se revisará la instalación por personal cualificado.
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
- Señalización de la obra (señales y carteles).
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21ª 113B.
- Evacuación de residuos generados.
- Información específica.

Se consideran los siguientes equipos de protección individual (EPI):

- Cascos de seguridad.
- Calzado protector para los pies.
- Ropa de trabajo.
- Gafas de seguridad.
- Cinturones de protección.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes de seguridad.
- Guantes para la protección de manos y brazos.

Las protecciones colectivas sugeridas son:

- Acotado físico (vallado) de las distancias de seguridad.
- Señalización de las zonas de riesgo.

8.2. Riesgos aplicables a movimientos de tierras

Los riesgos más frecuentes son:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de materiales transportados.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas.
- Ruidos y vibraciones.
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones.

Las medidas de prevención y reducción de riesgos, así como protecciones colectivas son:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Vallado e instalación de pasos o pasarelas.
- Separación de tránsito de vehículos y operarios.
- No acopiar junto al borde de la excavación.
- No permanecer bajo el frente de excavación.
- Acotar las zonas de acción de las máquinas.
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.

8.3. Riesgos aplicables a instalación y puesta en tensión

Los riesgos más frecuentes en la descarga e instalación de elementos prefabricados son:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

Las medidas preventivas y protecciones colectivas correspondientes a los riesgos anteriores son:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.

Los riesgos más frecuentes en puesta en tensión son:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

Las medidas preventivas y protecciones colectivas correspondientes a los riesgos anteriores son:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.

- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

Adicionalmente, se disponen los siguientes EPI:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

9. Trabajos laborables especiales

No se considera ningún trabajo que implique alguno de los riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores recogidos en el anexo II del RD 1627/97 a excepción de:

- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.

10. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el RD 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada).

11. Previsiones para trabajos posteriores

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico de Seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

A continuación, se especifican una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras:

- Ganchos de servicio.
- Barandilla en cubiertas planas.

12. Normas de seguridad aplicables en la obra

- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo por el que se modifican los RD 1627/1997 y RD 39/1997.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. Resumen 102

2. Residuos generados, gestión y seguridad y salud 103

1. Resumen

Durante la construcción de la instalación de baja tensión y del centro de transformación se realizarán diversas tareas que pueden derivar en la generación de residuos de distinta índole. En el presente apartado se evalúa cada una de ellas. Además, el documento de Presupuesto incluye una estimación de la cantidad de residuos generados de cada tipo. La evaluación del coste de eliminación de los mismos se incluye en el documento de Presupuesto del presente proyecto.

Los residuos generados se codifican con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. [8]

Los residuos generados son los siguientes:

- Residuos de movimiento de tierras (código 17 05): estos residuos provienen, principalmente, de la excavación de las zanjas para las líneas subterráneas de baja tensión y están formados por una mezcla de tierra y piedra. Parte de las tierras generadas en la creación de zanjas y el soterramiento del centro de transformación se emplearán para el relleno de las propias zanjas y para el relleno de zonas de alrededor que permitan lograr una superficie plana en la situación de la planta.
- Residuos de envases (código 15 01): todos los elementos (cables, interruptores, luminarias, etc.) se entregarán envueltos en sus respectivos envases de papel y cartón (código 15 01 01), de plástico (15 01 02) o de madera (15 01 03). Este material será a retirar por el instalador.
- Residuos de montaje eléctrico (código 20 01 36): durante el montaje y conexionado de elementos podrían generarse residuos de material eléctrico en pequeña cantidad. El instalador retirará todos los residuos de este tipo para su reaprovechamiento siempre que sea posible o para su reciclaje, cuando no lo sea.

A continuación, se muestra la parte del presupuesto correspondiente a la parte de gestión de residuos (Tab. 27).

Tab. 27. Coste de gestión de residuos.

Código	Subcapítulo	TOTAL (€)
GC	Tratamientos previos de los residuos	1.166,48
GT	Gestión de tierras	1.208,20
GR	Gestión de residuos inertes	9.871,00
	TOTAL	12.245,68

2. Residuos generados, gestión y seguridad y salud

Residuos de construcción y demolición

1.- Acondicionamiento del terreno

ADE010		Excavación de zanjas y pozos.				570,000 m³	
Código	Descripción	Peso (Kg/m³)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m³)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
Residuos generados							
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	2,020,000	1,656	1,219,807	1,151,400,000	695,289,990	
ADR010		Relleno envolvente de zanjas para instalaciones (Arena de 10 cm)				57,000 m³	
Código	Descripción	Peso (Kg/m³)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m³)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
Residuos generados							
17 02 03	Plástico.	0,012	0,600	0,020	0,684	1,140	
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	16,200	1,600	10,125	923,400	577,125	
	<i>Subtotal</i>	<i>16,212</i>	<i>1,598</i>	<i>10,145</i>	<i>924,084</i>	<i>578,265</i>	
ADR010b		Relleno principal de zanjas para instalaciones (Tierra de la propia excavación)				513,000 m³	
Código	Descripción	Peso (Kg/m³)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m³)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
Residuos generados							
17 02 03	Plástico.	0,012	0,600	0,020	6,156	10,260	
Materiales reutilizados							
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	-1,936,000	1,600	-1,210,000	-993,168,000	-620,730,000	
ADT010		Transporte de tierras dentro de la obra (Dumper de vertido)				513,000 m³	
Código	Descripción	Peso (Kg/m³)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m³)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
ADT020		Carga de tierras.				57,000 m³	
Código	Descripción	Peso (Kg/m³)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m³)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	

Residuos de construcción y demolición

Resumen: 1.- Acondicionamiento del terreno

Código	Descripción	Densidad apar... (Kg/l)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados				
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	1,600	923,400	577,125
17 02 03	Plástico.	0,600	6,840	11,400
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	1,656	1,151,400,000	695,289,990
	<i>Subtotal</i>	<i>1,656</i>	<i>1,152,330,240</i>	<i>695,878,515</i>
Materiales reutilizados				
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	1,600	-993,168,000	-620,730,000
	Total	2,118	159,162,240	75,148,515

Residuos de construcción y demolición

2.- Instalación eléctrica, iluminación y centro de transformación

IEP025 Conductor de tierra. 48,000 m						
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
17 04 11	Residuos generados Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,004	1,500	0,003	0,192	0,144
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,071	0,750	0,095	3,408	4,560
IEP025b Anillo rectangular de 8x4 m s/picas 24,000 m						
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
17 04 11	Residuos generados Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,004	1,500	0,003	0,096	0,072
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,071	0,750	0,095	1,704	2,280
IEO010 Canalización. 780,000 m						
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
17 02 03	Residuos generados Plástico.	0,033	0,600	0,055	25,740	42,900
17 02 01	Envases Madera.	0,040	1,100	0,036	31,200	28,080
17 02 03	Plástico.	0,001	0,600	0,002	0,780	1,560
	Subtotal	0,041	1,079	0,038	31,980	29,640
IEH010 Cable eléctrico de 450/750 V de tensión nominal. 85,000 m						
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,065	0,750	0,087	5,525	7,395
IEH010b Cable eléctrico de 450/750 V de tensión nominal. 80,000 m						
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,065	0,750	0,087	5,200	6,960
IEH012 Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal. 870,000 m						
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados						

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

Residuos de construcción y demolición						
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,002	1,500	0,001	1,740	0,870
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,066	0,750	0,088	57,420	76,560
IEH012b	Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.					70,000 m
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados						
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,002	1,500	0,001	0,140	0,070
Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,069	0,750	0,092	4,830	6,440
IEH012c	Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.					320,000 m
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados						
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,003	1,500	0,002	0,960	0,640
Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,072	0,750	0,096	23,040	30,720
IEL010	Línea general de alimentación (de transformador a cuadro general)					20,000 m
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados						
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	0,620	1,600	0,388	12,400	7,760
17 02 03	Plástico.	0,061	0,600	0,102	1,220	2,040
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,042	1,500	0,028	0,840	0,560
	Subtotal	0,723	1,396	0,518	14,460	10,360
Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,390	0,750	0,520	7,800	10,400
IEL010b	Línea de evacuación de generador					44,000 m
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados						
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	0,620	1,600	0,388	27,280	17,072
17 02 03	Plástico.	0,061	0,600	0,102	2,684	4,488
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,042	1,500	0,028	1,848	1,232
	Subtotal	0,723	1,396	0,518	31,812	22,792
Envases						

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

Residuos de construcción y demolición

15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,390	0,750	0,520	17,160	22,880
IEG010	Centralización de contadores.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,281	0,750	0,375	0,281	0,375
IEX025	Interruptor en carga, modular (250 A)					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,038	0,051
IEX025b	Interruptor en carga, modular (40 A)					2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,036	0,750	0,048	0,072	0,096
IEX050	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					9,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,034	0,750	0,045	0,306	0,405
IEX050b	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,076	0,750	0,101	0,152	0,202
IEX050e	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,034	0,750	0,045	0,034	0,045
IEX050f	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
15 01 01	Envases Envases de papel y cartón.	0,037	0,750	0,049	0,037	0,049

Residuos de construcción y demolición

Residuos de construcción y demolición							
IEX050g	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					3,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,114	0,153	
IEX050h	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,037	0,750	0,049	0,037	0,049	
IEX050i	Interruptor automático magnetotérmico, modular.					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,038	0,051	
IEX064	Interruptor diferencial modular, "SCHNEIDER ELECTRIC".					10,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,380	0,510	
IEX064b	Interruptor diferencial modular, "SCHNEIDER ELECTRIC".					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,038	0,051	
IEX064c	Interruptor diferencial modular, "SCHNEIDER ELECTRIC".					2,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,076	0,102	
IEX064d	Interruptor diferencial modular, "SCHNEIDER ELECTRIC".					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,038	0,750	0,051	0,038	0,051	

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

Residuos de construcción y demolición							
IEX073	Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, modular, "SCHNEIDER ELECTRIC".					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,076	0,750	0,101	0,076	0,101	
IEX073b	Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, modular, "SCHNEIDER ELECTRIC".					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,076	0,750	0,101	0,076	0,101	
IEB010	Estación de recarga de coches eléctricos.					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
IEM060	Base de toma de corriente empotrada.					10,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
IEM050	Pulsador empotrado.					6,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
SMB010	Secador de manos.					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
ICA010	Termo eléctrico.					1,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,216	0,750	0,288	0,216	0,288	
III131	Luminaria cuadrada, con lámpara LED. Instalación empotrada.					24,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
III150	Luminaria. Instalación suspendida.					12,000 Ud	
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,180	0,750	0,240	2,160	2,880	
17 02 03	Plástico.	0,090	0,600	0,150	1,080	1,800	

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

Residuos de construcción y demolición

Residuos de construcción y demolición							
	Subtotal		0,270	0,692	0,390	3,240	4,680
IIX020	Luminarias exteriores (Varias)						24,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
IIC010	Interruptor crepuscular.						2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
	Envases						
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,035	0,750	0,047	0,070	0,094	
CT400	Centro de transformación de 400 kVA						1,000 ud.
Código	Descripción	Peso (Kg/ud.)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/ud.)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
POCT	Instalación de centro de transformación en espacio proyectado						3,000 h
Código	Descripción	Peso (Kg/h)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/h)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	

Residuos de construcción y demolición

Resumen: 2.- Instalación eléctrica, iluminación y centro de transformación

Código	Descripción	Densidad apar... (Kg/l)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
	Residuos generados			
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	1,598	39,680	24,832
17 02 03	Plástico.	0,600	29,644	49,428
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	1,621	5,816	3,588
	Subtotal	0,965	75,140	77,848
	Envases			
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,750	130,326	173,849
17 02 01	Madera.	1,111	31,200	28,080
17 02 03	Plástico.	0,554	1,860	3,360
	Subtotal	0,796	163,386	205,289
	Total	0,842	238,526	283,137

Residuos de construcción y demolición

3.- Gestión de residuos

GCA010 Clasificación de residuos de la construcción.							75,500 m³
Código	Descripción	Peso (Kg/m³)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m³)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
GTA010b Transporte de fieras con contenedor (Incluye piedra)							10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
GRA010 Transporte de residuos inertes con contenedor (Plásticos)							6,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
GRA010b Transporte de residuos inertes con contenedor (Cables)							0,400 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
GRA010c Transporte de residuos inertes con contenedor (Arcillas y arenas)							55,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
GRA010d Transporte de residuos inertes con contenedor (Papel y cartón)							13,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
GRA010e Transporte de residuos inertes con contenedor (Madera)							2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	

Residuos de construcción y demolición

Resumen: 3.- Gestión de residuos

Código	Descripción	Densidad apar... (Kg/l)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Total		0,000	0,000	0,000

Residuos de construcción y demolición

4.- Seguridad y salud

YCB030 Vallado perimetral de delimitación de excavaciones abiertas.							570,000 m
Código	Descripción	Peso (Kg/m)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/m)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
Residuos generados							
17 02 03	Plástico.	0,320	0,600	0,533	182,400	303,810	
17 02 03	Plástico.	0,017	0,600	0,028	9,690	15,960	
YCB040 Pasarela para protección de paso de peatones sobre zanjas.							3,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
Envases							
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,009	0,750	0,012	0,027	0,036	
17 02 03	Plástico.	0,005	0,600	0,008	0,015	0,024	
	Subtotal	0,014	0,700	0,020	0,042	0,060	
YCS010 Lámpara portátil.							2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
YCX010 Conjunto de sistemas de protección colectiva.							1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
YFF010 Reunión del Comité de Seguridad y Salud.							2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
YFF020 Hora de charla para formación.							1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
YFX010 Formación del personal.							1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
YIC010 Casco.							10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	
YIJ010 Protector ocular.							10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)	

Residuos de construcción y demolición

Residuos de construcción y demolición						
YIM010	Par de guantes.					10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YIM010b	Par de guantes.					2,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YIO020	Juego de tapones.					10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YIP010	Calzado de seguridad, protección y trabajo.					10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YIU031	Ropa de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.					10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YMM010	Botiquín de urgencia.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YMR010	Reconocimiento médico anual.					10,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YPA010	Acometida provisional a caseta prefabricada de obra.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YPA010b	Acometida provisional a caseta prefabricada de obra.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YPA010c	Acometida provisional a caseta prefabricada de obra.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
YPC005	Alquiler de aseo portátil.					1,000 Ud
Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)

Residuos de construcción y demolición

YPC020 Alquiler de caseta prefabricada para vestuarios. 1,000 Ud

Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
--------	-------------	--------------	--------------------------	----------------	-----------------	-------------------

YPC060 Transporte de caseta prefabricada. 1,000 Ud

Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
--------	-------------	--------------	--------------------------	----------------	-----------------	-------------------

YPM010 Accesorios en local o caseta de obra para vestuarios y/o aseos. 1,000 Ud

Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
--------	-------------	--------------	--------------------------	----------------	-----------------	-------------------

YPL010 Limpieza de caseta o local provisional. 1,000 Ud

Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
--------	-------------	--------------	--------------------------	----------------	-----------------	-------------------

YPX010 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar. 1,000 Ud

Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
--------	-------------	--------------	--------------------------	----------------	-----------------	-------------------

YSX010 Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras. 1,000 Ud

Código	Descripción	Peso (Kg/Ud)	Densidad aparente (Kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
--------	-------------	--------------	--------------------------	----------------	-----------------	-------------------

Residuos de construcción y demolición

Resumen: 4.- Seguridad y salud

Código	Descripción	Densidad apar... (Kg/l)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
	Residuos generados			
17 02 03	Plástico.	0,600	182,400	303,810
	Envases			
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,750	0,027	0,036
17 02 03	Plástico.	0,607	9,705	15,984
	Subtotal	0,607	9,732	16,020
	Total	0,601	192,132	319,830

Residuos de construcción y demolición

Resumen

Código	Descripción	Densidad apar... (Kg/l)	Peso total (Kg)	Volumen total (l)
Residuos generados				
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	1,600	963,080	601,957
17 02 03	Plástico.	0,600	218,884	364,638
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	1,621	5,816	3,588
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	1,656	1.151.400,000	695.289,990
	Subtotal	1,655	1.152.587,780	696.260,173
Materiales reutilizados				
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	1,600	-993.168,000	-620.730,000
Envases				
15 01 01	Envases de papel y cartón.	0,750	130,353	173,885
17 02 01	Madera.	1,111	31,200	28,080
17 02 03	Plástico.	0,598	11,565	19,344
	Subtotal	0,782	173,118	221,309
	Total	2,107	1.59.592,898	75.751,482

PRESUPUESTO

ÍNDICE DE PRESUPUESTO

1. Presupuesto parcial nº1 Acondicionamiento del terreno.....	117
2. Presupuesto parcial nº2 Instalación eléctrica, iluminación y centro de transformación	119
3. Presupuesto parcial nº3 Gestión de residuos	126
4. Presupuesto parcial nº4 Seguridad y salud	128
5. Resumen por capítulos.....	134

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 Acondicionamiento del terreno								
Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1 Movimiento de tierras en edificación								
1.1.1 Excavaciones								
1.1.1.1	<p>M³. Excavación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.</p>							
						570,000	24,23	13.811,10
1.1.2 Rellenos y compactaciones								
1.1.2.1	<p>M³. Relleno envolvente de las instalaciones en zanjas, con arena de 0 a 5 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado. Incluye: Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>							
						57,000	24,34	1.387,38
1.1.2.2	<p>M³. Relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado. Incluye: Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Colocación de cinta o distintivo indicador de la instalación. Compactación. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>							
						513,000	8,89	4.560,57

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

1.1.3 Cargas y transportes dentro de la obra

1.1.3.1	<p>M³. Transporte de tierras con dumper de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra, a una distancia menor de 0,5 km. Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra. Incluye: Transporte de tierras dentro de la obra. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p>	513,000	2,52	1.292,76
1.1.3.2	<p>M³. Carga de tierras procedentes de excavaciones, con medios mecánicos, sobre camión. Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, pero no incluye el transporte. Incluye: Carga de tierras. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p>	57,000	2,01	114,57

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 Instalación eléctrica, iluminación y centro de transformación								
Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1 Instalación eléctrica								
2.1.1 Puesta a tierra								
2.1.1.1	M. Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección. Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexión del conductor de tierra mediante bornes de unión. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					48,000	5,13	246,24
2.1.1.2	M. Puesta a tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado dispuesto en anillo rectangular. Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del anillo. Conexión del conductor de tierra al anillo mediante empalme. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					24,000	5,13	123,12
2.1.2 Canalizaciones								
2.1.2.1	M. Canalización de tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor. Instalación fija en superficie. Incluso accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					780,000	3,52	2.745,60
2.1.3 Cables de líneas y conductores de protección								
2.1.3.1	M. Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexión. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					85,000	0,82	69,70
2.1.3.2	M. Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexión. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					80,000	1,07	85,60
2.1.3.3	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 6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexión. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					870,000	3,03	2.636,10

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

2.1.3.4	<p>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 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	70,000	3,87	270,90
2.1.3.5	<p>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 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	320,000	5,48	1.753,60
2.1.4 Líneas generales de alimentación				
2.1.4.1	<p>M. Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x95+2G50 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro. Incluye: Replanteo y trazado de la zanja. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo en la zanja. Tendido de cables. Conexionado. Ejecución del relleno envolvente. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	20,000	97,01	1.940,20
2.1.4.2	<p>M. Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x95+2G50 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro. Incluye: Replanteo y trazado de la zanja. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo en la zanja. Tendido de cables. Conexionado. Ejecución del relleno envolvente. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	44,000	97,01	4.268,44
2.1.5 Contadores				
2.1.5.1	<p>Ud. Centralización de contadores en armario de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 250 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra. Incluye: Replanteo del conjunto prefabricado. Colocación y nivelación del conjunto prefabricado. Fijación de módulos al conjunto prefabricado. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	860,24	860,24

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

2.1.6 Apararmenta

2.1.6.1	<p>Ud. Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máxima (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 2500 A durante 1 s. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	323,50	323,50
2.1.6.2	<p>Ud. Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máxima (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 1260 A durante 1 s. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	115,22	230,44
2.1.6.3	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo IC60N A9F79206 "SCHNEIDER ELECTRIC". Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	9,000	72,82	655,38
2.1.6.4	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 190/195 A, poder de corte 36 kA, curva C, modelo NG125H 18740 "SCHNEIDER ELECTRIC". Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	1.689,28	3.378,56
2.1.6.5	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo IC60N A9F79220 "SCHNEIDER ELECTRIC". Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	68,69	68,69
2.1.6.6	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo IC60N A9F79406 "SCHNEIDER ELECTRIC". Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	139,16	139,16
2.1.6.7	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo IC60N A9F79432 "SCHNEIDER ELECTRIC". Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	3,000	150,62	451,86

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

2.1.6.8	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo IC60N A9F79420 "SCHNEIDER ELECTRIC".</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	139,89	139,89
2.1.6.9	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo IC60N A9F79450 "SCHNEIDER ELECTRIC".</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	369,23	369,23
2.1.6.10	<p>Ud. Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo IID A9R81225 "SCHNEIDER ELECTRIC".</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	10,000	181,16	1.811,60
2.1.6.11	<p>Ud. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo ID-K A9Z05425 "SCHNEIDER ELECTRIC".</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	287,85	287,85
2.1.6.12	<p>Ud. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo ID-K A9Z05440 "SCHNEIDER ELECTRIC".</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	298,93	597,86
2.1.6.13	<p>Ud. Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo ID-K A9Z05463 "SCHNEIDER ELECTRIC".</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	638,79	638,79
2.1.6.14	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), poder de corte 25 kA, curva C, modelo IC60L A9F94425 "SCHNEIDER ELECTRIC", con bloque diferencial selectivo, tetrapolar (4P), sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo Quick Vigi IC60 A9V15463.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	1.473,91	1.473,91

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

2.1.6.15	<p>Ud. Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), poder de corte 25 kA, curva C, modelo IC60L A9F94425 "SCHNEIDER ELECTRIC", con bloque diferencial selectivo, tetrapolar (4P), sensibilidad 1000 mA, clase AC, modelo Quick Vigi IC60 A9V15463.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	1.473,91	1.473,91
2.1.7 Cargas añadidas				
2.1.7.1	<p>Ud. Estación de recarga de coches eléctricos compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, para modo de carga 3, según IEC 61851-1, de 166x163x82 mm, color negro, con grados de protección IP54 e IK10, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, de 11 kW de potencia, con un conector tipo 2, intensidad máxima de 16 A, según IEC 62196, soporte de conector y 5 m de cable, con comunicación vía Wi-Fi y vía Bluetooth para control desde un smartphone, tablet o PC a través de la App, indicador del estado de carga con led multicolor e interruptor diferencial para protección contra fugas de corriente continua. Incluso elementos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	716,11	716,11
2.1.7.2	<p>Ud. Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado.</p> <p>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	10,000	10,75	107,50
2.1.7.3	<p>Ud. Pulsador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con un contacto NA, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado.</p> <p>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	6,000	10,91	65,46
2.1.7.4	<p>Ud. Secamanos eléctrico, de 2200 W de potencia calorífica, con carcasa de aluminio, acabado con pintura epoxi de color blanco, con interruptor óptico por aproximación de las manos, de 330x175x220 mm. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación. Conexión a la red eléctrica. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	310,77	310,77

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

2.1.7.5	<p>Ud. Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 50 l, potencia 2 kW, de 553 mm de altura y 450 mm de diámetro, formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano, ánodo de sacrificio de magnesio. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera, latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Replanteo del aparato. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de tierra. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	236,15	236,15
<hr/>				
2.2 Iluminación				
2.2.1 Interior				
2.2.1.1	<p>Ud. Luminaria cuadrada de techo, de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco acabado mate, no regulable, de 25 W, alimentación a 220/240 V y 50-60 Hz, de 597x597x63 mm, con seis lámparas LED LED830, temperatura de color 3000 K, óptica formada por reflector recubierto con aluminio vaporizado, acabado muy brillante, de alto rendimiento, haz de luz extensivo 72°, marco embellecedor, índice de deslumbramiento unificado menor de 19, índice de reproducción cromática mayor de 80, flujo luminoso 5090 lúmenes, grado de protección IP40, con elementos de fijación para falso techo de escayola o de placas de yeso laminado, ventosa para instalación rápida y registro de luminaria. Instalación empotrada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	24,000	286,06	6.865,44
<hr/>				
2.2.1.2	<p>Ud. Luminaria suspendida, de 300 mm de diámetro, para 1 lámpara fluorescente TC-TELI de 50 W, con cuerpo de luminaria de acero inoxidable, cable de suspensión flexible de 2 m de longitud, difusor de vidrio soplado opal liso mate, balasto electrónico y aislamiento clase F. Incluso lámparas.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	12,000	388,21	4.658,52
<hr/>				
2.2.2 Exterior				
2.2.2.1	<p>Ud. Luminaria exterior de referencia, de ABS de color negro, acabado mate y difusor de policarbonato opal, grado de protección IP44, de 300x300x50 mm, de 50 W de potencia, alimentación a 220/240 V y 50-60 Hz, con lámpara LED no reemplazable, temperatura de color 4000 K, flujo luminoso 2100 lúmenes. Instalación en superficie. Incluso elementos de fijación</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	24,000	75,01	1.800,24
<hr/>				

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

2.2.3 Sistemas de control y regulación

2.2.3.1	<p>Ud. Interruptor crepuscular con célula fotoeléctrica integrada, grado de protección IP55 e IK07, 10 A, 230 V y 50 Hz, para mando automático de la iluminación compuesta de lámparas halógenas y LED de 1200 W de potencia total instalada. Incluso sujeciones.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	84,99	169,98
<hr/>				
2.3 Centro de transformación				
2.3.1	<p>Ud.. Centro de transformación de edificio prefabricado. Contenedor de celda de medida, celda de línea y celda de protección. Alberga un transformador seco de 24 kV y 400 kVA de potencia. Se incluye la iluminación interior y las redes de puesta a tierra, tanto de masas de alta tensión como del neutro del transformador.</p>	1,000	68.670,10	68.670,10
<hr/>				
2.3.2	<p>H. Instalación de centro de transformación en espacio proyectado. El precio incluye las horas de 3 peones ordinarios y un camión grúa.</p>	3,000	41,20	123,60
<hr/>				

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 Gestión de residuos

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1 Tratamientos previos de los residuos								
3.1.1 Clasificación de los residuos de la construcción								
3.1.1.1	<p>M³. Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente clasificado según especificaciones de Proyecto.</p>					75,500	15,45	1.166,48
3.2 Gestión de tierras								
3.2.1 Transporte de tierras								
3.2.1.1	<p>Ud. Transporte de tierras con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos.</p> <p>Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.</p>					10,000	120,82	1.208,20
3.3 Gestión de residuos inertes								
3.3.1 Transporte de residuos inertes								
3.3.1.1	<p>Ud. Transporte de residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 1,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos.</p> <p>Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.</p>					6,000	137,90	827,40
3.3.1.2	<p>Ud. Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 1,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos.</p> <p>Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.</p>					0,400	135,24	54,10

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

3.3.1.3	<p>Ud. Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 1,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos.</p> <p>Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.</p>	55,000	135,24	7.438,20
3.3.1.4	<p>Ud. Transporte de residuos inertes de papel y cartón, producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 1,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos.</p> <p>Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.</p>	13,000	103,42	1.344,46
3.3.1.5	<p>Ud. Transporte de residuos inertes de madera producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 1,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos.</p> <p>Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	103,42	206,84

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

PRESUPUESTO PARCIAL N° 4 Seguridad y salud								
N°	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1 Sistemas de protección colectiva								
4.1.1 Delimitación y protección de bordes de excavación								
4.1.1.1	<p>M. Delimitación de la zona de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral formado por vallas peatonales de polipropileno, de 1,10x1,25 m, color amarillo, con dos pies en forma de V, reforzados internamente con nervios, amortizables en 20 usos.</p> <p>Incluye: Montaje del elemento. Desmontaje del elemento. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente montada según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>					570,000	4,73	2.696,10
4.1.1.2	<p>Ud. Protección de paso peatonal sobre zanjas abiertas mediante pasarela de acero, de 1,50 m de longitud para anchura máxima de zanja de 0,9 m, anchura útil de 0,87 m, con plataforma de superficie antideslizante sin desniveles, con 400 kg de capacidad de carga, rodapiés laterales de 0,15 m, barandillas laterales de 1 m de altura, con travesaño lateral, amortizable en 20 usos. Incluso elementos de fijación al suelo para garantizar la inmovilidad del conjunto.</p> <p>Incluye: Colocación de la pasarela sobre el suelo. Fijación de la pasarela al suelo. Desmontaje del conjunto. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>					3,000	21,00	63,00
4.1.2 Protección eléctrica								
4.1.2.1	<p>Ud. Lámpara portátil de mano, con cesto protector, mango aislante, cable de 5 m y gancho de sujeción, amortizable en 3 usos.</p> <p>Incluye: Montaje, instalación y comprobación. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>					2,000	7,36	14,72
4.1.3 Conjunto de sistemas de protección colectiva								
4.1.3.1	<p>Ud. Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>					1,000	1.030,00	1.030,00

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

4.2 Formación

4.2.1 Reuniones

4.2.1.1	<p>Ud. Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, considerando una reunión de dos horas. El Comité estará compuesto por un técnico cualificado en materia de Seguridad y Salud con categoría de encargado de obra, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de Seguridad y Salud con categoría de oficial de 1ª.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente realizadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	2,000	159,51	319,02
---------	--	-------	--------	--------

4.2.1.2	<p>Ud. Hora de charla para formación de Seguridad y Salud en el Trabajo, realizada por Técnico cualificado perteneciente a una empresa asesora en Seguridad y Prevención de Riesgos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la pérdida de horas de trabajo por parte de los trabajadores asistentes a la charla, considerando una media de seis personas.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente realizadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	1,000	113,61	113,61
---------	--	-------	--------	--------

4.2.2 Formación del personal

4.2.2.1	<p>Ud. Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las reuniones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente realizadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	1,000	103,00	103,00
---------	---	-------	--------	--------

4.3 Equipos de protección individual

4.3.1 Para la cabeza

4.3.1.1	<p>Ud. Casco aislante eléctrico, destinado a proteger al usuario frente a choques eléctricos mediante la prevención del paso de una corriente a través del cuerpo entrando por la cabeza, amortizable en 10 usos.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	10,000	1,72	17,20
---------	---	--------	------	-------

4.3.2 Para los ojos y la cara

4.3.2.1	<p>Ud. Pantalla de protección facial, con resistencia a arco eléctrico y cortocircuito, con visor de pantalla unido a un protector frontal con banda de cabeza ajustable, amortizable en 5 usos.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	10,000	5,77	57,70
---------	--	--------	------	-------

4.3.3 Para las manos y los brazos

4.3.3.1 Ud. Par de guantes para trabajos eléctricos, de baja tensión, amortizable en 4 usos.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

10,000 14,98 149,80

4.3.3.2 Ud. Par de guantes para trabajos eléctricos, de alta tensión, amortizable en 4 usos.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

2,000 17,96 35,92

4.3.4 Para los oídos

4.3.4.1 Ud. Juego de tapones reutilizables, con cordón, para evitar que se pierdan y mejorar la comodidad, de silicona antialérgica, con atenuación acústica de 31 dB, amortizable en 10 usos.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

10,000 0,13 1,30

4.3.5 Para los pies y las piernas

4.3.5.1 Ud. Par de botas bajas de trabajo, sin puntera resistente a impactos, de tipo aislante, con resistencia al deslizamiento, con código de designación OB, amortizable en 2 usos.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

10,000 106,65 1.066,50

4.3.6 Para el cuerpo (vestuario de protección)

4.3.6.1 Ud. Mono con capucha de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión, para prevenir frente al riesgo de paso de una corriente peligrosa a través del cuerpo humano, amortizable en 5 usos.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente suministradas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

10,000 34,65 346,50

4.4 Medicina preventiva y primeros auxilios

4.4.1 Material médico

- 4.4.1.1 Ud. Botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas, guantes desechables, bolsa de goma para agua y hielo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, un torniquete, un termómetro clínico y jeringuillas desechables, fijado al paramento con tornillos y tacos.
 Incluye: Replanteo en el paramento. Colocación y fijación mediante tornillos.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

1,000 142,60 142,60

4.4.2 Reconocimientos médicos

- 4.4.2.1 Ud. Reconocimiento médico obligatorio anual al trabajador.
 Criterio de valoración económica: El precio incluye la pérdida de horas de trabajo por parte del trabajador de la empresa, debido al desplazamiento desde el centro de trabajo al Centro Médico (Mutua de Accidentes) para realizar el pertinente reconocimiento médico.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente realizadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

10,000 147,20 1.472,00

4.4.3 Medicina preventiva y primeros auxilios

- 4.4.3.1 Ud. Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 Criterio de valoración económica: El precio incluye la reposición del material.
 Incluye: Nada.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente realizadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

0,000 103,00 0,00

4.5 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

4.5.1 Acometidas a casetas prefabricadas

- 4.5.1.1 Ud. Acometida provisional de fontanería enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red provisional de obra, hasta una distancia máxima de 8 m.
 Incluye: Excavación manual de las zanjas y saneamiento de tierras sueltas del fondo excavado. Replanteo del recorrido de la acometida. Presentación en seco de la tubería. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de la tubería. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Reposición del pavimento con hormigón en masa. Desmontaje del conjunto.
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

1,000 147,59 147,59

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

4.5.1.2	<p>Ud. Acometida provisional de saneamiento enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m.</p> <p>Incluye: Excavación manual de las zanjas y saneamiento de tierras sueltas del fondo excavado. Replanteo del recorrido de la acometida. Presentación en seco de los tubos. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de los colectores. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Reposición del pavimento con hormigón en masa. Desmontaje del conjunto.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	1,000	595,11	595,11
4.5.1.3	<p>Ud. Acometida provisional de electricidad aérea a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión al cuadro eléctrico provisional de obra, hasta una distancia máxima de 50 m.</p> <p>Incluye: Replanteo de los apoyos de madera bien entibados. Aplanado y orientación de los apoyos. Tendido del conductor. Tensado de los conductores entre apoyos. Grapado del cable en muros. Instalación de las cajas de derivación y protección. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Desmontaje del conjunto.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	1,000	252,33	252,33
4.5.2 Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)				
4.5.2.1	<p>Ud. Mes de alquiler de aseo portátil de polietileno, de 1,20x1,20x2,35 m, color gris, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la limpieza y el mantenimiento del aseo durante el periodo de alquiler.</p> <p>Incluye: Montaje, instalación y comprobación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora.</p>	1,000	184,35	184,35
4.5.2.2	<p>Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de dimensiones 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la limpieza y el mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler.</p> <p>Incluye: Montaje, instalación y comprobación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora.</p>	1,000	144,75	144,75
4.5.2.3	<p>Ud. Transporte de caseta prefabricada de obra, hasta una distancia máxima de 200 km.</p> <p>Incluye: Descarga y posterior recogida del módulo con camión grúa.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>	1,000	296,95	296,95

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

4.5.3 Mobiliario y equipamiento

4.5.3.1	Ud. Taquilla individual, percha, banco para 5 personas, espejo, portarrollos, jabonera en local o caseta de obra para vestuarios y/o aseos. Incluye: Colocación y fijación de los elementos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	1,000	161,50	161,50
---------	--	-------	--------	--------

4.5.4 Limpieza

4.5.4.1	Ud. Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra. Incluye: Trabajos de limpieza. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	1,000	20,53	20,53
---------	--	-------	-------	-------

4.5.5 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar

4.5.5.1	Ud. Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Criterio de valoración económica: El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora.	1,000	1.030,00	1.030,00
---------	--	-------	----------	----------

4.6 Señalización provisional de obras

4.6.1 Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras

4.6.1.1	Ud. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	1,000	103,00	103,00
---------	--	-------	--------	--------

Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación (400 kVA) para planta de biogás en el municipio de Aras de los Olmos

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	21.166,38
CAPITULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN Y CENTRO DE TR...	110.764,24
CAPITULO GESTIÓN DE RESIDUOS	12.245,68
CAPITULO SEGURIDAD Y SALUD	10.565,08

REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	154.741,38

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS CIENTO CINCUENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Capitulo	Importe
Capitulo 1 Acondicionamiento del terreno	21.166,38
Capitulo 1.1 Movimiento de tierras en edificación	21.166,38
Capitulo 1.1.1 Excavaciones	13.811,10
Capitulo 1.1.2 Rellenos y compactaciones	5.947,95
Capitulo 1.1.3 Cargas y transportes dentro de la obra	1.407,33
Capitulo 2 Instalación eléctrica, iluminación y centro de transformación	110.764,24
Capitulo 2.1 Instalación eléctrica	28.476,36
Capitulo 2.1.1 Puesta a tierra	369,36
Capitulo 2.1.2 Canalizaciones	2.745,60
Capitulo 2.1.3 Cables de líneas y conductores de protección	4.815,90
Capitulo 2.1.4 Líneas generales de alimentación	6.208,64
Capitulo 2.1.5 Contadores	860,24
Capitulo 2.1.6 Aparamenta	12.040,63
Capitulo 2.1.7 Cargas añadidas	1.435,99
Capitulo 2.2 Iluminación	13.494,18
Capitulo 2.2.1 Interior	11.523,96
Capitulo 2.2.2 Exterior	1.800,24
Capitulo 2.2.3 Sistemas de control y regulación	169,98
Capitulo 2.3 Centro de transformación	68.793,70
Capitulo 3 Gestión de residuos	12.245,68
Capitulo 3.1 Tratamientos previos de los residuos	1.166,48
Capitulo 3.1.1 Clasificación de los residuos de la construcción	1.166,48
Capitulo 3.2 Gestión de tierras	1.208,20
Capitulo 3.2.1 Transporte de tierras	1.208,20
Capitulo 3.3 Gestión de residuos inertes	9.871,00
Capitulo 3.3.1 Transporte de residuos inertes	9.871,00
Capitulo 4 Seguridad y salud	10.565,08
Capitulo 4.1 Sistemas de protección colectiva	3.803,82
Capitulo 4.1.1 Delimitación y protección de bordes de excavación	2.759,10
Capitulo 4.1.2 Protección eléctrica	14,72
Capitulo 4.1.3 Conjunto de sistemas de protección colectiva	1.030,00
Capitulo 4.2 Formación	535,63
Capitulo 4.2.1 Reuniones	432,63
Capitulo 4.2.2 Formación del personal	103,00
Capitulo 4.3 Equipos de protección individual	1.674,92
Capitulo 4.3.1 Para la cabeza	17,20
Capitulo 4.3.2 Para los ojos y la cara	57,70
Capitulo 4.3.3 Para las manos y los brazos	185,72
Capitulo 4.3.4 Para los oídos	1,30
Capitulo 4.3.5 Para los pies y las piernas	1.066,50
Capitulo 4.3.6 Para el cuerpo (vestuario de protección)	346,50
Capitulo 4.4 Medicina preventiva y primeros auxilios	1.614,60
Capitulo 4.4.1 Material médico	142,60
Capitulo 4.4.2 Reconocimientos médicos	1.472,00
Capitulo 4.5 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar	2.833,11
Capitulo 4.5.1 Acometidas a casetas prefabricadas	995,03
Capitulo 4.5.2 Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)	626,05
Capitulo 4.5.3 Mobiliario y equipamiento	161,50
Capitulo 4.5.4 Limpieza	20,53
Capitulo 4.5.5 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar	1.030,00
Capitulo 4.6 Señalización provisional de obras	103,00
Capitulo 4.6.1 Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras	103,00
Presupuesto de ejecución material	154.741,38
13% de gastos generales	20.116,38
6% de beneficio industrial	9.284,48
Suma	184.142,24
21% IVA	38.669,87
Presupuesto de ejecución por contrata	222.812,11

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL OCHOCIENTOS DOCE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.

