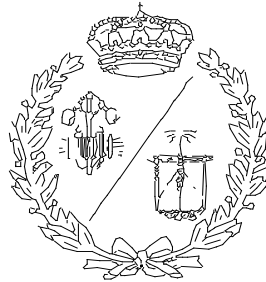


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA
MEJORA DE LA CALIDAD DEL
SUMINISTRO ELÉCTRICO EN TRESVISO
CON ALMACENAMIENTO Y ENNERGÍAS
RENOVABLES**

**CONSTRUCTION PROJECT FOR THE
QUALITY OF SUPPLY AT TRESVISO WITH
STORAGE AND RENEWABLE ENERGY**

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: Marcos Álvarez Piñal

FEBRERO- 2023

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO NUMERO 1: MEMORIA

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO I: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO II: CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS

ANEXO III: DIMENSIONADO BATERÍAS

ANEXO IV: ANÁLISIS PANDA POWER

DOCUMENTO NÚMERO 2: AFECCIONES Y DERECHOS DE BIENES

DOCUMENTO NÚMERO 3: PLANOS

DOCUMENTO NÚMERO 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO NÚMERO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO NÚMERO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

DOCUMENTO NÚMERO 7: GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO NÚMERO 8: PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES

DOCUMENTO N° 1:
MEMORIA

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	4
2.2 ECONOMÍA Y MERCADO DE LAS BATERÍAS	12
3. GENERALIDADES	14
4. OBJETO	14
5. AGENTES INTERVINIENTES	15
6. SITUACIÓN	15
7. NORMATIVA LEGAL	15
8. OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS	16
8.1 INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS	16
8.1.1 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS DENTRO DE EDIFICIO PREFABRICADO ZIGOR	16
8.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	16
8.1.2.1 Edificio prefabricado	18
8.1.2.2 Ventilación, insonorización impacto visual	18
8.1.2.3 Protección contra incendios	19
8.1.2.4 Sistema de baterías	20
8.1.2.5 Comunicaciones	20
8.1.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA	20
8.1.3.1. Transformador de aislamiento galvánico	21
8.1.4 CONEXIÓN A LA RED DE BAJA TENSIÓN	22

8.1.5	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	22
8.2	INSTALACIONES DE GENERACIÓN RENOVABLE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA	22
8.2.1	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIÓN	22
8.2.1.1	Paneles solares	23
8.2.1.2	Inversor solar	24
8.2.1.3	Protecciones	24
8.2.1.4	Instalación eléctrica del sistema	24
8.2.2	CONEXIÓN A LA RED DE BAJA TENSIÓN	25
8.3	INSTALACIONES DE ENLACE EN BAJA TENSIÓN	25
8.3.1	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	25
8.3.1.1	Descripción de la instalación	25
8.3.1.2	Cruzamientos y paralelismos	26
8.3.1.3	Cálculos eléctricos	26
9.	PLANIFICACIÓN	29
10.	VIABILIDAD DEL PROYECTO	30
10.1	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA RED CON EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y GENERACIÓN RENOVABLE USANDO PANDA POWER	30
10.1.1	CASOS DE ESTUDIO	36
10.1.1.1	Mejora del sistema conectado a la red	36
10.1.1.2	Aislamiento del sistema, modo isla	38

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO I: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO II: CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS

ANEXO III: DIMENSIONADO BATERÍAS

ANEXO IV: ANÁLISIS PANDA POWER

1 RESUMEN

Tresviso es un pueblo situado en la zona Occidental de Cantabria, con un único acceso rodado desde Asturias a través del pueblo de Sotres. Durante el invierno, es habitual, que el acceso rodado sea interrumpido por las frecuentes nevadas y el pueblo quede incomunicado.

En la situación expuesta anteriormente, es imprescindible contar con un suministro eléctrico de alta fiabilidad.

Para proporcionar el suministro eléctrico, la Compañía Distribuidora dispone de una única línea de media tensión aérea 12 kV. alimentada por la Subestación de la Hermida, con un trazado que atraviesa Parque Nacional de Picos de Europa que hace muy dificultoso su mantenimiento en condiciones meteorológicas extremas. El pueblo consta de 64 habitantes y se alimenta eléctricamente de un CT de 160kVA que da suministro a dos circuitos de baja tensión en aéreo trenzado dentro del pueblo.

En el caso que se interrumpiese el suministro eléctrico en el pueblo de Tresviso por una incidencia en la red de MT que requiera reparación, se tardaría varias horas en restablecerlo, debido al difícil acceso de la zona, con terreno rocoso, valles y desfiladeros, lo que complica la reparación dependiendo del punto de la avería. Para garantizar el suministro continuo al pueblo de Tresviso se plantea la instalación de un sistema de Almacenamiento con baterías de 250kW que puede funcionar en varios modos, de forma que se pueda alimentar automáticamente el suministro al pueblo en el caso que se produzca una interrupción en la red de la Compañía Distribuidora, además, cuando el pueblo esté conectado con la red, es capaz de regular de manera activa variables como el factor de potencia, regulación de la tensión, potencia activa y reactiva en función de la demanda para mejorar la calidad de suministro. Este sistema de baterías se conecta directamente al trafo mediante una línea subterránea a un cuadro de baja tensión y de esa manera puede realizar los ciclos de carga y suministro directamente del CTI.

Para que funcione con el mayor rendimiento posible, la instalación de las baterías debe estar cerca del CTI., para que la caída de tensión sea mínima y no afecte a los clientes de manera negativa ya que, cuando las baterías aíslan el sistema eléctrico, la caída de tensión acumulada de las baterías se añade a los circuitos existentes.

De manera complementaria se instala una planta de generación renovable fotovoltaica de 100kW para cargar las baterías, dimensionada en base a la

capacidad de las baterías y al tiempo de carga que se ha establecido de dos días. En este caso, el conexionado eléctrico con la red de BT de Tresviso se hace de la misma manera que el sistema de almacenamiento, conectándose con una canalización subterránea a uno de los cuadros de baja tensión de las instalaciones existentes.

Como Tresviso se encuentra en el parque nacional de los Picos de Europa se ha tenido en cuenta las afecciones y las restricciones medioambientales para este tipo de construcciones, en este caso, aunque no recomendable, se permite la construcción de parques renovables fotovoltaicos, además se ha procurado que todas las instalaciones de conexión eléctricas proyectadas en Tresviso sean subterráneas para minimizar el impacto visual.

Por último se ejecutará una breve simulación del nuevo sistema de almacenamiento con baterías y generación renovable mediante programación en PHYTON usando la librería Panda Power, que nos permitirá evaluar de una manera teórica con los datos reales de la instalación el comportamiento de la red cuando estos sistemas están conectados a la red e inyectan o consumen energía, o cuando la red deja de suministrar y estos deben satisfacer la demanda del pueblo y ser capaces de dar autonomía suficiente hasta que se repare la incidencia o avería.

RESUME

Tresviso is a village that it is supplied by only one medium voltage line, with limited Access, located at the Picos de Europa National Park. The village has around x clients and it is supplied by a transformation center of 160 KVA which supplies two low voltage in air circuits of the village.

In the case the supply is cut at Tresviso the powergrid won't have energy since there is only one line and it would take time to find and/or repair it due to the difficult Access to the zone, with rocky terrain, narrow valleys and canyons, making it even more difficult to repair.

In order to guarantee the quality of supply in Tresviso we Will install a battery system from the company ZIGOR of 250KW that allows to work on several modes to prevent the system to overload, regulate the active and reactive power, voltage drop, and allows to do a "black start "on the system, , to get better quality of supply. This system is connected to the transformer via an underground cable to a protection box from the storage company and later connected to the low voltage

box of the transformer, so it is able to charge and give energy through it.

In order for the batteries to work with the best performance the storage system needs to be close of the transformation center so the voltage drops is minimal and the clients do not get affected by it when its supplying energy to the current grid.

Complementary it Will be installed a solar powerplant of 100kW to charge the batteries, calculated based on the battery capacity of storage and the charging time which has beet stablsh at 2 days. In this case the electrical connection to the existing grid of Tresviso it is similar to the one made for the storage system, being connected to the low voltage box where the clients are connected.

Tresviso is located at a national park, meaning the it has been taken into account the impact and restrictions of the environment for this type of constructions and Project, in this case, since we are at a protected zone, it is not advised to build it , but it is allowed to build solar powerplants in the zone.. In order to minimize the visual impact at Tresviso all the projected installations that Will be connected to the actual grid Will be underground.

Lastly we will analyze the electrical data obtained of the Project to simulated the grid and see its behavior when the storage system is connected and it is being supplied by the renewable energy powerplant, by using Phyton code, specifically a library called panda power. It will allow us to check how the grid will be affected by the changes of power, voltage drop, and overload, also in the case of a blackout.

2 ANTEDECENDES

El sistema eléctrico español y europeo está dando un paso hacia delante con la integración de las energías renovables al sistema eléctrico para la descarbonización.

Según el operador del sistema español REE (Red Eléctrica de España) y el PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) se plantea la evolución de la red para las energías renovables de tal manera que para 2030 el 74% de las instalaciones de generación eléctrica sea renovable y en 2050 el 100%. Completando la descarbonización del sistema eléctrico.

La pieza fundamental para la integración de energías renovables para que este plan funcione es el almacenamiento, que será clave para la transición energética.

2.1 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Las necesidades del almacenamiento del sistema se plantean mediante los objetivos del PNIEC de la evolución de las renovables, ya que las energías renovables no se adaptan a la curva de demanda, lo que generan vertidos a la red que no se consumen.

Objetivos PNIEC 2030			
Pot. RES (GW)		Almacenamiento (GW)	
FV	30,1	Bombeo puro	3,5
Eólica	22,3	Baterías 2h	2,5
Resto RES	1,4	Termosolar 9h	5
Total	53,8	Total	11

Para el 2030 se plantea que se construyan alrededor de 11GW de potencia instalada combinando varias tecnologías de almacenamiento como bombeo, baterías y energía termosolar.

Lo que nos plantea es si realmente es factible incorporar más generación renovable sin incrementar adicionalmente el almacenamiento de forma significativa.

Por ejemplo, un mix mayoritariamente fotovoltaico tiene más vertidos, según datos para 2030 de REE los vertidos por año de fotovoltaica serían de 50TWh, mientras que los de eólica de 37TWh.

La solución óptima dependería del mix de producción de FV y eólica, del nivel de almacenamiento, de los costes relativos de unas tecnologías y otras y su evolución en el tiempo.

Si el mix renovable fuera más favorable a la fotovoltaica favorecería más a las baterías.

Otro factor a tener en cuenta del almacenamiento es que reduce los vertidos, pudiendo resolver el balance diario, según estimaciones del 2050:

* El movimiento máximo de energía en el día se estima en 345 GWh. La capacidad anual mundial de fabricación de baterías se estima en: 28 GWh (2016); 174 GWh (2020)

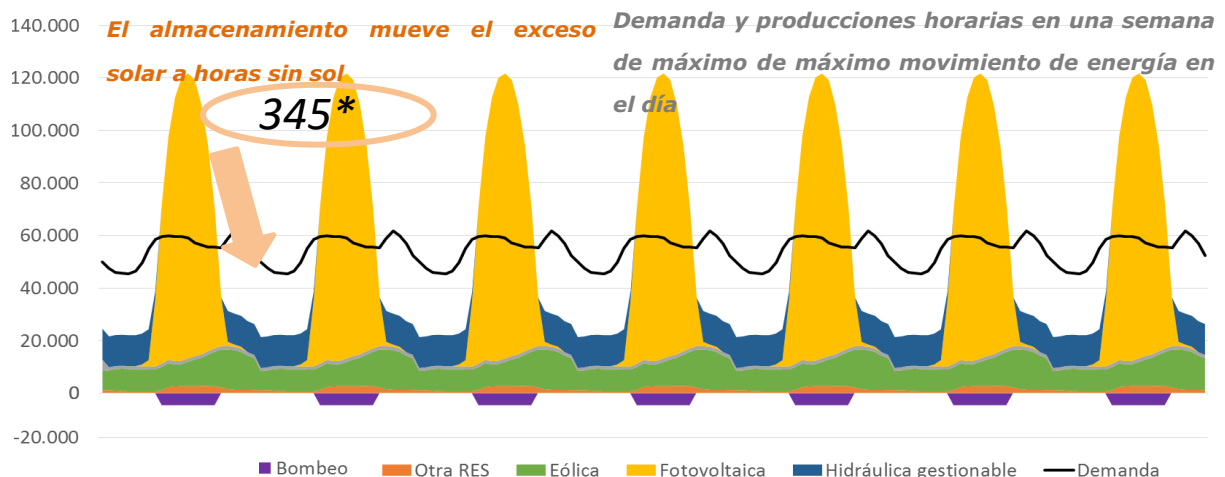


Figura 1 : Tabla de la demanda y prod. horarias frente a la producción de energías renovables. Fuente: "El papel del almacenamiento en la Transición Energética", Fundación Naturgy y PricewaterhouseCoopers Asesores de Negocios, S.L.

Según la Unión Europea se plantea una directiva sobre almacenamiento, como componente plenamente integrado de la red. Las cuales deben ofrecer:

- Incremento de la capacidad del transporte
- Control de Tensión
- Control de Reactiva
- Emulación de inercia
- Inyección rápida de corrientes ante faltas
- Black Start
- Amortiguamiento de oscilaciones

Los sistemas de almacenamiento tienen el nombre de SAE (Sistemas Almacenamiento de Energía) utility scale o a gran escala, en esta línea, existen distintos tipos de SAE en función de la tecnología que utiliza.

Se muestra la tabla con los tipos de sistemas de almacenamiento y una serie de ventajas y desventajas, así como una serie de características y el estado de la tecnología.

		Ventajas	Inconvenientes	Servicios que puede prestar	Vida útil / N.º ciclos	Capacidad [Wh/Kg]	Coste [€/kWh]
Hidrógeno (H2)		A futuro permitirá altas capacidades	Altos costes y baja madurez	Movilidad, arbitraje, almacenamiento estacional	Bajo nº de ciclos	Alta a futuro	200 - 700 \$/ kg H2
Electroquímico	Baterías de Ion-Litio	Alta madurez y gran capacidad	Alto coste y pérdida de capacidad tras un número de ciclos de carga/descarga	Flexibilidad, regulación de frecuencia de tensión, reducción de vertidos	5.000 - 10.000 ciclos	120 - 240	250 - 500
	Baterías de flujo	Permiten desacoplar potencia y energía			> 10.000 ciclos	20 - 60	400 - 800
	Supercondensadores (SCs)	Alta madurez, alta densidad de potencia y ciclabilidad	Altos costes	Estabilidad, regulación de frecuencia, inercia sintética	> 1.000.000 ciclos	< 10	10.000
Mecánico	Hidrobombeo	Gran madurez, alta capacidad	Alta inversión, localización específica	Almacenamiento estacional	40 - 80 años	> 5 GWh	350 - 1.500
	Aire comprimido (CAES)	Madurez	Respuesta lenta	Estabilidad, <i>blackstart</i> , almacenamiento estacional	40 - 100 años	2,5 - 3.000 MWh	200 - 250
	Volantes de inercia	Alta madurez, rapidez, ciclabilidad, desacoplo entre potencia y energía	Altos costes	Regulación de frecuencia y de tensión, inercia sintética	> 1.000.000 ciclos	5 kWh	3.000
Térmico		Alta capacidad de energía y potencia	Respuesta lenta, altos costes, bajo rendimiento	Almacenamiento estacional	–	80 - 200	Alto
Híbrido		Combina tecnologías con capacidades diferentes	Complejidad	Todos	–	–	–

Figura 2: Tabla de fuentes de almacenamiento y sus características, Fuente: "El papel del almacenamiento en la Transición Energética", Fundación Naturgy y PricewaterhouseCoopers Asesores de Negocios, S.L.

Los sistemas de almacenamiento pueden estar ligados a la generación ("Utility Scale") y a centros de consumo (almacenamiento "behind the center")

Almacenamiento "Utility-scale", "front-of-the-meter" (FTM) o a gran escala: Son sistemas que están conectados a las redes eléctricas de distribución o de transporte o a un activo de generación. Generalmente se usan para proporcionar ciertos servicios de red requeridos por los operadores del sistema, como servicios auxiliares, aliviar la carga de la red o regular la frecuencia. Para ello requieren de una capacidad elevada. Algunos ejemplos son las baterías a gran escala o el bombeo

Almacenamiento detrás del medidor o "*behind the meter*" (BTM): Son sistemas conectados detrás del contador de clientes comerciales, industriales o residenciales. Su objetivo principal es optimizar su demanda y ahorrar en la factura de electricidad a través de la gestión inteligente de la demanda; es decir, almacenando electricidad en la batería cuando es más barato y consumiéndola cuando los precios son más elevados, lo que requiere conocer muy bien el perfil de demanda y los términos del contrato de suministro. Pueden emplearse para distintos usos, tanto a nivel doméstico/residencial como para uso comercial o industrial. Dentro de las baterías BTM, se encontrarían por ejemplo las de los vehículos eléctricos o las baterías junto a paneles solares para autoconsumo.

En este sentido, los SAE "*utility-scale*" o "FTM" son instalaciones con cada vez mayor capacidad y horas de uso, que pretenden almacenar energía para proporcionar servicios de soporte a toda la red eléctrica y no a un usuario concreto. Así, están preparadas para almacenar electricidad durante horas como las baterías electroquímicas, o incluso para compensar la estacionalidad, como en el caso del bombeo.

La flexibilidad y el respaldo son servicios imprescindibles para garantizar la seguridad de suministro y actualmente se proporcionan principalmente por los ciclos combinados, por ser la tecnología actual más desarrollada capaz de aportarlos, y es necesario dar cabida a otras tecnologías como el almacenamiento que complementen a los ciclos combinados y que, además, al ser menos contaminantes (dependiendo del *mix* eléctrico de cada momento) se puedan presentar como alternativa para sustituir a estos en el largo plazo.

Así pues, las tecnologías de almacenamiento se ocuparán de rellenar esas brechas existentes en generación y demanda, almacenando energía en los periodos de superávit de generación, para verterlo a la red cuando haya déficit de energía.

Ahora vamos a explicar los servicios más importantes ofrecidos por las tecnologías de almacenamiento y requisitos para ellos en más detalle que anteriormente hemos mencionado.

En la siguiente imagen se presentan los servicios de red que ofrecen los SAE:



Figura 3 Servicios de red que ofrecen los SAE. Fuente: "El papel del almacenamiento en la Transición Energética", Fundación Naturgy y PricewaterhouseCoopers Asesores de Negocios, S.L.

Capacidad de restauración del sistema: conocido como el término "*black start capability*", desde una situación de apagón o corte de suministro (*blackout*). En los sistemas con alta penetración de renovables. Los SAE al ser fuentes de generación estables nos permitirían la restauración del sistema.

Los requisitos para que los SAE se puedan emplear de esta forma deberían tener unos tiempos de suministro del orden de días consecutivos, con capacidad de generar potencia de manera síncrona.

Respuesta rápida de la frecuencia: la pérdida de inercia del sistema hace que la frecuencia del sistema fluctúe, y surge una necesidad de respuesta rápida. La reducción de inercia de los sistemas eléctricos hace que ante una perturbación de potencia (fallo de sistema de generación, por ejemplo), las fluctuaciones de frecuencia serán más pronunciadas.

Este punto es muy importante porque en esta definición entra el término potencia rodante, que por definición es aquel sistema de producción eléctrica que tiene en funcionamiento de la generación en marcha pero que está a la espera de conectarse a la red posibilitando la inyección inmediata de energía al sistema para suplir la demanda instantánea.

En este caso los SAE son capaces simular la potencia rodante del sistema inyectando potencia en el momento de demanda adecuado, manteniendo la inercia del sistema sin fluctuaciones de frecuencia. Término muy importante el hecho de que las baterías sean capaces de tener una "inercia" simulada, una potencia rodante a la espera de ser conectada.

Los requisitos para que los SAE funcionen de esta manera es la necesidad de suministrar potencia a una escala temporal de milisegundos o segundos, cubriendo todos los tiempos de retardos que podrían tener las plantas de generación convencionales, que están funcionando como sistemas de generación base.

Reserva de potencia de respuesta rápida: para aportar flexibilidad y responder a la disminución abrupta de la generación solar al atardecer, por ejemplo. Los SAE pueden aportar esa flexibilidad para igualar la disminución de producción con la demanda(rampa).

El requisito necesario en tiempo sería de minutos a horas, y el nivel de potencia del sistema al que se le de apoyo.

Suministro rápido de energía reactiva

Suministro rápido de energía activa

Servicios auxiliares: para regulación de frecuencia eléctrica, requisito de tiempo de suministro de potencia del orden de segundos.

Suministro de inercia sintética: anteriormente comentado en otro apartado, aunque no retribuido, esta inercia es necesaria para que compense la pérdida de inercia por reducción de sistemas de generación convencional sincronizados con la red.

Los requisitos serían tiempo de suministro del orden de segundos y la potencia sería del orden de la potencia nominal del sistema.

Suministro de potencia de cortocircuito: la energía almacenada en un SAE puede aportar potencia a una situación de cortocircuito al igual que los generadores síncronos u otras tecnologías, evitando *curtailment*, que es una orden que el operador de mercado da a los grandes parques renovables para parar la producción durante un período de tiempo.

Los requisitos de tiempo serán los tiempos típicos para la eliminación del fallo tipo cortocircuito de entre 150-300 milisegundos.

Aliviar congestión en redes eléctricas: los SAE permiten una mejor planificación de las líneas de transporte, como el alivio de la congestión de potencia para evitar situaciones como el *curtailment*. De esta manera se puede aplazar proyectos o inversiones para la construcción de nuevas redes eléctricas. Los requisitos de tiempo estarían en torno a horas y los de potencia deberían ser igual o superiores al nivel de congestión de la zona, siendo el límite superior, la potencia instalada del parque menos la capacidad máxima de la línea.

Arbitraje para desacoplar generación y demanda: por un lado, tenemos:

- **Servicios de arbitraje intradiario:** Almacenar la energía generada sobrante y utilizarse cuando se necesite, aprovechando los mejores precios de venta. Los requisitos de tiempo son del orden de ore y los de potencia el porcentaje de potencia recuperada que se quiera utilizar.
- **Servicios de arbitraje estacional:** para redes muy optimizadas en capacidad de generación en las cuales la energía generada total anual es parecida a la demandada.

Los requisitos de tiempo son del orden de almacenamiento de meses y de potencia el porcentaje de la potencia dependiente de la energía generada que se vaya a utilizar.

En cuanto a las tipologías de las SAE hay un tipo que destaca más que el resto.

A continuación, se muestra la capacidad que pueden aportar los SAE por tipología:

Capacidad de los SAE de aportar cada servicio

Fuente: Análisis de CIEMAT.

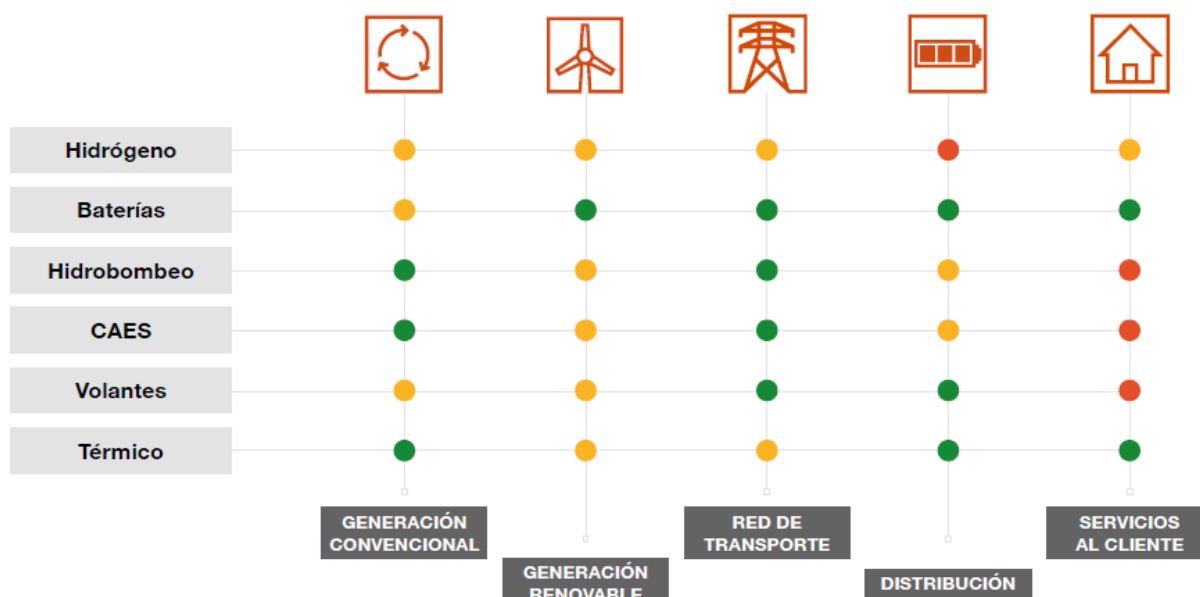


Figura 4 Áreas de servicio de diferentes tipos de SAE., Fuente: "El papel del almacenamiento en la Transición Energética", Fundación Naturgy, Análisis CIEMAT y PricewaterhouseCoopers Asesores de Negocios, S.L.

Se puede apreciar que las baterías tienen mayor capacidad para prestar más servicios que el resto de las tipologías.

Las baterías de iones de litio se han posicionado como la tecnología principal para proporcionar almacenamiento estacionario, gracias a la gran reducción de sus costes y a sus múltiples aplicaciones.

La reducción de los costes de las celdas de las baterías de iones de litio ha caído alrededor de un 85% entre 2010 y 2018, lo que ha hecho que esta tecnología domine en las aplicaciones de almacenamiento de energía estacionarias a escala de res.

Las tecnologías de baterías de iones de litio más utilizadas en la actualidad son:

- Litio con cátodos de níquel-manganeso-cobalto (NMC), que es la más ampliamente utilizada, por su relación precio-coste
- Batería LI-TI, mucho más cara que las convencionales d litio, con más ciclos de carga y profundidad de descarga.
- LiFePO4 que junto con las NMC son las más utilizadas para proyectos de almacenamiento a escala de red, además desde el punto de vista de seguridad son más interesantes, aunque de coste mayor y especificaciones ligeramente peores que las NMC.

De esta manera las baterías electroquímicas, especialmente las de litio presentan muchas ventajas, al disponer de una respuesta muy rápida y de ser capaces de crear sistemas de almacenamiento capaces de permitir la gestión de potencias del orden de megavatios durante varias horas (4 horas por lo general).

2.2 ECONOMÍA Y MERCADO DE LAS BATERÍAS

Situación de las baterías en los mercados mundiales:

El modelo económico de las baterías:

Por un lado, las baterías consiguen obtener un margen a través del arbitraje entre precios de punta y valle y la absorción de vertidos, es decir, comprando cuando la electricidad está más barata y hay más oferta vendiéndola cuando existe menor oferta y el precio es mayor. Este precio depende de la producción diaria, y con el tiempo será menor debido al aplanamiento de la curva de precios con la entrada de mayor capacidad solar y de baterías.

También se pueden obtener ingresos por su participación en servicios de ajuste o de regulación del sistema.

En cuanto a los costes de los proyectos de baterías, se presenta la siguiente tabla en la que se representan los gastos e ingresos:

Ingresos y gastos de las baterías

		Concepto	Descripción
Ingresos		Arbitraje	Compraventa de energía: consiste en aprovechar las diferencias entre los precios horarios para obtener beneficios
		Regulación	Venta de energía, adquirida en momentos de precios bajos, en los mercados de servicios de regulación del sistema
		Otros ingresos	Otros ingresos que provienen de posibles mecanismos de capacidad, apoyo regulado, etc.
Gastos	CAPEX	Celdas	Coste de los módulos de almacenamiento
		Transformador	Inversores para la conversión DC/AC
		EPC	Costes de ingeniería y construcción
		BOS	Instalaciones eléctricas
	OPEX	O&M	Gastos de operación y mantenimiento
		Garantía	Coste asociado a la garantía de la batería
		CAPEX de reposición	Coste de mantener la capacidad nominal de almacenamiento (O&M)

Figura 5: Economía de las baterías., Fuente: Lazard y Análisis de PwC

En cuanto a los gastos podemos diferenciar los gastos de capital CAPEX, que englobaría tal y como se ve en la tabla, los transformadores, inversores, gastos

de ingeniería y conste de infraestructura eléctrica, o sea, instalaciones de enlace con la red eléctrica existente.

OPEX, que son los gastos de operación, son costes bastante menores que los gastos CAPEX, que sería el coste de garantía de las baterías, reposición de baterías para mantener la capacidad de almacenamiento.

También se incluye en los gastos OPEX la adquisición de la electricidad del mercado.

En los que respecta al arbitraje de precios como fuente de ingresos, la introducción de almacenamiento complementa a una mayor potencia solar fotovoltaica.

A medida que se integra mayor cantidad de potencia fotovoltaica, los precios diarios de la electricidad fluctúan más, lo cual hace que las baterías almacenen batería en las horas más baratas e inyectan a la red en las horas más caras.

Lo que quiere decir que el arbitraje se realiza en función de precios y no de la demanda.

La curva de precios proyectada para 2030 con y sin baterías es la siguiente:

Curva de precios ilustrativa a 2030 con y sin baterías

Fuente: Lazard, BNEF, IRENA, PNIEC y Análisis de PwC.

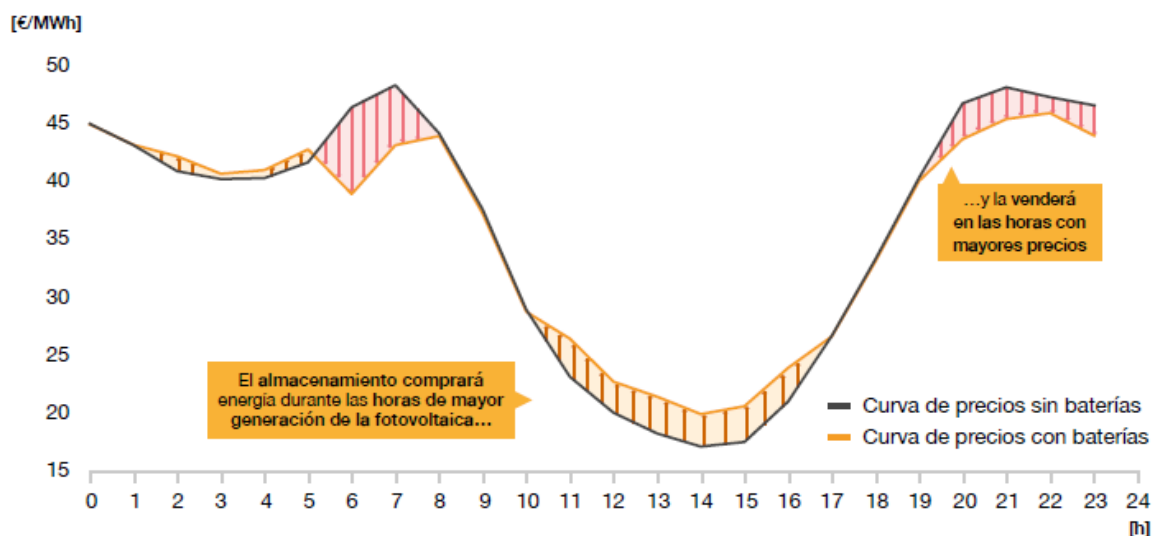


Figura 6: Curva de precios de 2030 con baterías y sin baterías. Fuente: Lazard, BNEF, IRENA, PNIEC y análisis de PwC

En este sentido los modelos de negocio de los proyectos de baterías, "utility scale", se configuran en dos modelos de negocio:

Sistemas "stand-alone": sistema de almacenamiento de energía a gran escala, conectado directamente a la red eléctrica. Diseñado para un inicio rápido y un seguimiento preciso de la señal de despacho. Contribuyen a la reducción de vertidos en el conjunto del sistema al aportar flexibilidad.

Sistemas de hibridación o ligados a renovables: Sistema de almacenamiento de energía que se implementa junto con grandes instalaciones solares fotovoltaicas o instalaciones eólicas, integrados en un mismo nodo de conexión a la red.

Su objetivo es alinear mejor la generación renovable con la demanda del sistema, reducir los vertidos de energía renovable y proporcionar soporte a la red.

Uno de los beneficios de dicha hibridación es que se comparte la infraestructura de conexión a la red, lo que lo hace una inversión viable.

3 GENERALIDADES

El presente proyecto se ajusta a lo especificado en la siguiente Norma Técnica de la Compañía Distribuidora:

- Norma técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de baja tensión de la compañía distribuidora (Código: NT-ASDS.01 Edición: Enero-18).

4 OBJETO

La empresa distribuidora de energía eléctrica pretende la ejecución de las siguientes instalaciones:

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BATERÍAS.

L.B.T. SUBTERRÁNEA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE B.T. PARA ENLCE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO CON RED DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR CON ENERGIA FOTOVOLTAICA.

La finalidad es, instalación de un sistema integral para una distribución flexible de energía que regula tanto la potencia, como el voltaje y frecuencia, y garantiza la disponibilidad de suministro de energía eléctrica a los clientes del C.T. 6802 TRESVISO.

La instalación que se proyecta formará parte de la red de distribución eléctrica de la compañía distribuidora.

En el orden administrativo, este Proyecto Oficial tiene como finalidad obtener de la Consejería de Innovación, Industria, Turismo y Comercio de Cantabria la correspondiente Autorización Administrativa y de Construcción, conforme a lo establecido en la Ley del Sector Eléctrico 24/2013 y el Real Decreto 1955/2000.

En el orden técnico, el presente documento tiene como finalidad describir las tareas a realizar para la instalación.

5 AGENTES INTERVINIENTES

El **peticionario** del presente proyecto es La Compañía Distribuidora.

El **titular** de la instalación será: La Compañía Distribuidora.

El **promotor** de las obras será: La Compañía Distribuidora.

La **empresa suministradora** será: La Compañía Distribuidora.

designará un instalador.

6 SITUACIÓN

Según se indica en el plano de situación que se adjunta, las instalaciones incluidas en el presente proyecto están ubicadas en el término municipal de Tresviso en la provincia de Cantabria.

7 NORMATIVA LEGAL

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

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

Normalización Nacional (Normas UNE).

Ordenanzas municipales.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto).

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.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).

Recomendaciones AMYS.

Asimismo, se acredita el cumplimiento de toda la normativa que se aplica a las instalaciones contempladas en este proyecto, todo ello en cumplimiento de lo establecido en el apartado 1 b) art. 53 de la ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector y al Decreto 6/2003 por el que se regulan las instalaciones de producción,

transporte y distribución de energía eléctrica en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

8 OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

Finalidad: instalación de un sistema integral para una distribución flexible de energía que regula tanto la potencia, como el voltaje y frecuencia, y garantiza la disponibilidad de suministro de energía eléctrica a los clientes del C.T. 6802 TRESVISO.

Municipio: TRESVISO

Provincia: Cantabria.

Subestación alimentadora: LA HERMIDA.

Línea alimentadora: TRESVISO, Conductor LA-56, $V_n=12$ kV.

Organismos afectados: Ayuntamiento de TRESVISO. Presupuesto: 373.107,42€.

8.1 INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS

8.1.1 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS DENTRO DE EDIFICIO PREFABRICADO

8.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El sistema de almacenamiento ZIGOR ESS o similares ofrece una herramienta integral para una distribución más flexible de la energía, regulando tanto potencia, como el voltaje y frecuencia, y garantizando la disponibilidad de la red eléctrica.

En ZIGOR ESS 20, se aprovechan todas las capacidades que ofrecen los inversores ZIGOR STORAGE BPC3 (o similares), inversores bidireccionales trifásicos de última generación. Su misión es la de convertir la corriente alterna proveniente de la red en corriente continua para almacenar dicha energía en baterías y ser devuelta a la misma cuando exista demanda energética.

Las principales aplicaciones del sistema son la reducción de pérdidas debido a un exceso de energía reactiva en la red, reducción de picos, sistema de reserva de energía, paso controlado de una zona de la red a isla, y control de la tensión de la red.

Este sistema ofrece una solución en contenedor permitiendo garantizar el funcionamiento y la monitorización de la instalación en todo momento.

Esta solución está diseñada para trabajar en entornos y condiciones medioambientales poco favorables. Amplio rango de temperatura en funcionamiento entre 0 y 50°C.

Modos de funcionamiento integrados:

- Control de potencia activa/reactiva.
- Control de frecuencia.
- Control de tensión.
- Black-start (modo isla).

Incluye sistema de climatización para mantener la temperatura estable en la zona de baterías, sistema de ventilación para mantener estable la temperatura interna en la zona electrónica, sistema contra incendios, y sistema de monitorización remota mediante interfaz gráfica a través de acceso WEB.

Para el funcionamiento del sistema en modo isla, el interruptor motorizado del cuadro de protección se abrirá para desconectar la instalación de la red de media tensión, mediante señales a través del sistema de comunicación controladas por software integrado en el sistema.

Todos los elementos incluidos en el contenedor de almacenamiento de energía están diseñados y serán instalados por ZIGOR, así como el cuadro de protección AC ZGR STOR. BPC3 a instalar a pie de poste del C.T.I. TRESVISO -6802-, y las comunicaciones entre éste y los elementos incluidos en el contenedor.

Situación: Tresviso, Tresviso.

Coordenadas UTM del Centro: X: 364.596,77; Y: 4.790.724,8763; Huso: 30.

Potencia máxima de la instalación: 250 kVA potencia máxima sistema.

Potencia regulable, cuya regulación será $\leq 138,5$ kVA. para no sobrepasar los requisitos reglamentarios del circuito de enlace, inferior a 160 kVA. de potencia nominal del centro de transformación al que se conecta la instalación, pero muy superior a las cargas de picos máximos de consumo que se dan en centro de transformación según datos aportados por la Compañía Distribuidora.

Autonomía: la instalación tiene capacidad para almacenar 232 kWh nominales, de los que puede devolver a la red 176 kWh. Siendo capaz de suministrar al pueblo de Tresviso por más de 4h en los meses de mayor demanda energética, de acuerdo con los cálculos obtenidos en el Anexo III

8.1.2.1 Edificio prefabricado

El centro de almacenamiento objeto del proyecto será en edificio prefabricado en superficie.

El edificio formado por un contenedor prefabricado está diseñado para instalar en exterior y en entornos y condiciones medioambientales desfavorables.

El edificio se instalará sobre solera de hormigón con armadura equipotencial. El edificio contará con acera equipotencial alrededor del mismo con un ancho de 1 m. todas las armaduras estarán conectadas al borne de tierra de masas del centro de almacenamiento de energía.

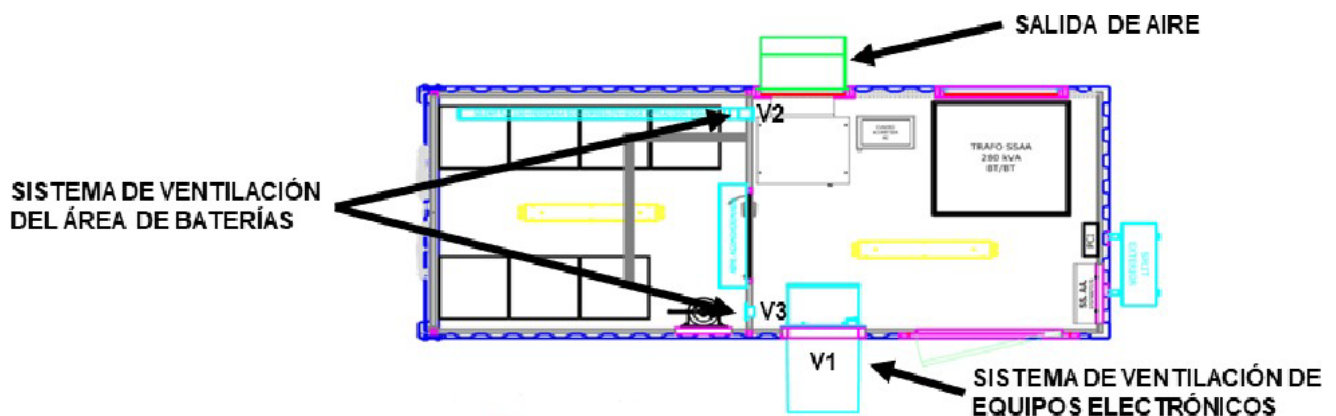
El edificio consta de una puerta de entrada desde el exterior, y está distribuido en dos áreas separadas, una para las baterías de almacenamiento de energía y sus automatismos y otra para el resto de los equipos.

8.1.2.2 Ventilación, Insonorización Impacto Visual

El fabricante del edificio dispondrá de los certificados correspondientes de homologación y cumplimiento de la normativa aplicable en materia de ventilación e insonorización. Asimismo, deberá verificarse que los valores aportados por el fabricante en estos dos aspectos reúnen los condicionantes mínimos exigidos particularmente en el emplazamiento de la instalación.

La refrigeración se obtiene por medio de ventilación forzada. El aire circula a través de rejillas de ventilación situadas en la parte delantera, trasera y superior del equipo. Estas zonas deben dejarse libres de cualquier objeto para que el aire pueda circular libremente³ dentro y fuera del equipo.

El contenedor de 20'' está diseñado para trabajar en entornos y condiciones medioambientales poco favorables. Por este motivo, está equipado en la zona de electrónica con sistemas de ventilación para garantizar una temperatura interna adecuada y estable.



Esquema sistema ventilación del contenedor de 20".

El sistema se encarga de ventilar de manera continuada el habitáculo donde se ubican los equipos electrónicos (V2 y V3). Hay un ventilador por cada inversor. Este ventilador entra en funcionamiento a la vez que los ventiladores internos de los inversores.

Adicionalmente, el ventilador entra también en funcionamiento comandado por un termostato que se encuentra a la izquierda nada más entrar por la puerta peatonal del habitáculo de equipos de electrónica (V1).

En el área de baterías se encuentra un sistema de ventilación formado por dos ventiladores de menor tamaño que tienen por objeto ventilar la zona de baterías ante posibles emisiones de gases por parte de las baterías.

Las exigencias básicas que deben garantizarse en lo referente a condiciones acústicas, en las instalaciones objeto del presente proyecto son las recogidas en la normativa siguiente:

- R.D. 1367/2007.
- Código Técnico de la Edificación.
- Legislaciones autonómicas.
- Ordenanzas municipales.

Con el fin de disminuir el impacto visual provocado por la ejecución del edificio, se dotará al mismo de los acabados necesarios para armonizar con el entorno donde se encuentre ubicado.

Sistema de climatización

El contenedor está diseñado para trabajar en entornos y condiciones medioambientales desfavorables. Por este motivo, está equipado con sistemas de refrigeración para garantizar una temperatura interna adecuada y estable en un rango promedio de 25-26°C.

El sistema de climatización incluye un detector de temperatura en el mando del equipo para el arranque automático superado cierto valor de temperatura por lo que siempre ha de permanecer en el área de baterías.

8.1.2.3 Protección contra incendios

El contenedor prefabricado de 20" cuenta con un sistema de protección contra incendios que incluye un panel de control para gestionar correctamente la secuencia automática del sistema de extinción.

El sistema está además compuesto por 8 puntos de detección de humos distribuidos entre las dos áreas del conector (4 por área) para detectar incendios en su primera fase de humos, antes de que se formen llamas o se produzcan aumentos peligrosos de temperatura.

Además, el sistema cuenta con dos bombonas a presión que contienen CO₂ como agente extintor de incendios para la zona de baterías.

8.1.2.4 Sistema de baterías

El sistema de almacenamiento de baterías está compuesto por elementos de 2 V de LiFePO₄ distribuidos en 6 armarios hasta hacer un total de 358 elementos.

Dentro de la selección de este tipo de tecnología (LiFePO) de almacenamiento ha tenido un peso importante la seguridad de funcionamiento y de incidentes frente a otras tecnologías de Li-Ion.

Las baterías de LiFePO₄ son las baterías de litio más seguras ya que no se sobrecalientan y e incluso si son perforadas no se inflamarán. El material del cátodo, LiFePO₄, no es peligroso y no es tóxico ni contaminante con el medioambiente.

Asimismo, cuenta con un séptimo armario que contiene la parte electrónica del sistema de baterías. Las principales funciones de este sistema incluyen recopilar datos de voltaje de las celdas internas de las baterías, datos de temperatura y datos de corriente del circuito principal. Posteriormente, utilizando esos datos es capaz de detectar alarmas por fallo y activar las protecciones, gestionar el control de carga y descarga, así como verificar el estado de carga.

8.1.2.5 Comunicaciones

Las comunicaciones con el contenedor de 20'' se realizan a través del protocolo IEC 104. Este protocolo es un estándar para equipos y sistemas de telecontrol con transmisión de datos en serie de bits codificados en redes basadas en TCP / IP para monitorear procesos geográficamente extendidos.

8.1.3 Instalación eléctrica del sistema

La instalación eléctrica dentro del edificio prefabricado ha sido diseñada por el fabricante del sistema de almacenamiento de energía en baterías, el cual garantiza el cumplimiento de la normativa que se aplica a esta instalación.

Según se puede observar en plano de esquema unifilar, principalmente el sistema está compuesto por:

- Cuadro de protección AC ZGR STOR. BPC3 a instalar a pie de poste del CTI

TRESVISO -6802-: Este cuadro dispone de un interruptor-seccionador que, comandado por el sistema, una vez se corta el suministro eléctrico a través de la red de media tensión de la compañía distribuidora, se abre para impedir la circulación de la energía que devuelve el sistema, en dirección a red de media tensión. Este cuadro está conectado a través de cables de telecomunicación con los elementos instalados en el contenedor.

- Cuadro de acometida del contenedor: Este cuadro dispone de un interruptor seccionador comandado por el sistema de almacenamiento.
- Servicios auxiliares para funcionamiento del sistema: El contenedor cuenta con un sistema de alimentación ininterrumpida para garantizar el suministro ininterrumpido eléctrico de algunos de los principales subsistemas del contenedor ZIGOR ESS.
- Transformador de aislamiento galvánico.
- Inversor
- Armario de electrónica del sistema de baterías: Las principales funciones de este sistema incluyen recopilar datos de voltaje de las celdas internas de las baterías, datos de temperatura y datos de corriente del circuito principal. Posteriormente, utilizando esos datos es capaz de detectar alarmas por fallo y activar las protecciones, gestionar el control de carga y descarga, así como verificar el estado de carga.
- Sistema de baterías: El sistema de almacenamiento de baterías está compuesto por elementos de 2 V de LiFePO₄ distribuidos en 6 armarios hasta hacer un total de 358 elementos.

8.1.3.1 Transformador de aislamiento galvánico.

El transformador de aislamiento galvánico tiene las funciones de crear un neutro de la energía acumulada en las baterías a la hora de devolverla a la red, y función de protección.

Las principales características son:

- Potencia: 280 kVA.
- Tipo de transformador: tipo seco.
- Tensión en el primario: 3x400 V.
- Tensión en el secundario: 3x400 V – N.

- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Peso 1270 kg.
- Ucc a 75 °C= 2,0 %.
- Refrigeración: refrigeración natural por de aire.

8.1.4 CONEXIÓN A LA RED DE BAJA TENSIÓN

El centro de almacenamiento en baterías dentro de edificio prefabricado se conectará a la red de B.T. de la compañía distribuidora, mediante cable subterráneo XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al, cuyas características se describen en el ANEXO I de cálculos eléctricos

8.1.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La instalación estará prevista de un sistema de puestas a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse.

El sistema de puesta a tierra se ha diseñado teniendo en cuenta en todo momento las directrices del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (R.D. 337/2014), sus Instrucciones Técnicas Complementarias y particularmente la ITC-RAT 13.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones -in situ- tal como indica el apartado 8.1 de la ITC-RAT 13 y se efectuarán los cambios necesarios para cumplir las prescripciones generales de seguridad.

8.2 INSTALACIONES DE GENERACIÓN RENOVABLE CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA

8.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El sistema de generación fotovoltaica está diseñado para suministrar energía al sistema de baterías para la carga de las mismas. De manera secundaria cuando el sistema de almacenamiento esté cargado permitirá verter a la red el exceso de energía para mejorar la calidad de la red de baja tensión, y para aumentar la autonomía de las baterías en caso de que se corte el suministro al pueblo.

Para este proyecto se ha elegido el fabricante Canadian Solar debido al modularidad que ofrecen sus productos, siendo posible combinar varios modelos para diferentes configuraciones, respetando la reglamentación para la instalación de plantas fotovoltaicas.

Este sistema permitiendo garantizar el suministro a las baterías y la monitorización de la instalación solar en todo momento.

Esta solución está diseñada para trabajar en entornos y condiciones medioambientales poco favorables. Amplio rango de temperatura en funcionamiento entre -20°C y 40°C.

El sistema incluye monitorización remota mediante interfaz gráfica a través de acceso WEB.

Para el funcionamiento del sistema, en el emplazamiento de la planta de generación se instala un inversor y se instalan protecciones a la entrada del cuadro eléctrico de baja tensión para conectar desconectar la planta solar en el caso de exceso de demanda, Situación: Tresviso, Tresviso.

Coordenadas UTM del Centro: X: 364.707,68; Y: 4.790.870,95; Huso: 30.

Potencia máxima de la instalación: 110 kVA potencia máxima. de acuerdo con los cálculos obtenidos en el ANEXO II

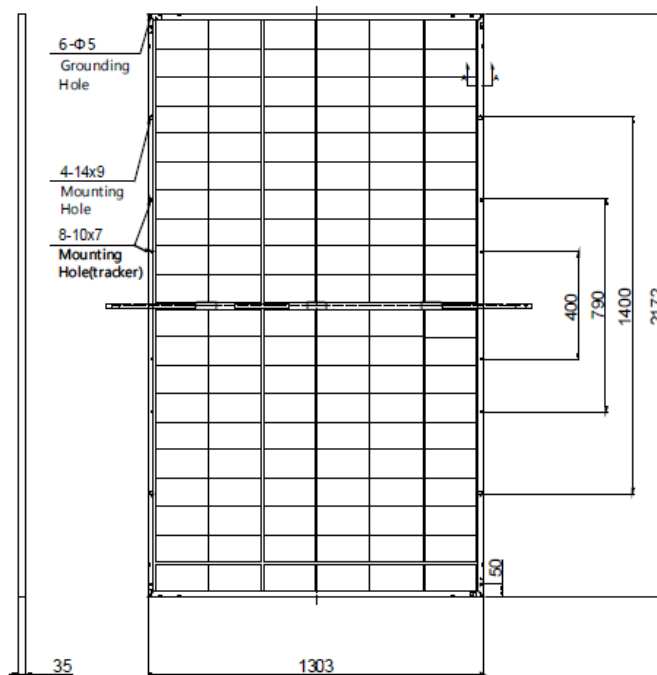
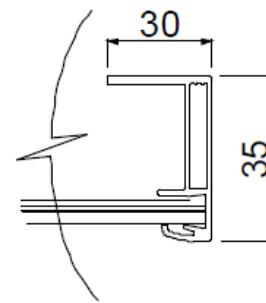
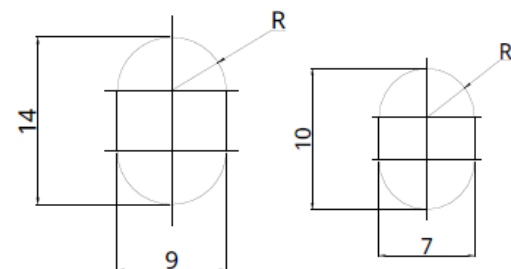
Potencia regulable, entre los 10 y 110 kVA. De acuerdo con el anexo de cálculos, para no sobrepasar los requisitos reglamentarios del circuito de enlace, inferior a 160 kVA. de potencia nominal del centro de transformación al que se conecta la instalación, pero muy superior a las cargas de picos máximos de consumo que se dan en centro de transformación según datos aportados por la compañía distribuidora.

8.2.1.1 Paneles solares

Se utilizan paneles solares bifaciales BiHiKu7 CS7L-600MB-AG monocristalinos de 600 W de potencia pico

La ganancia adicional de la parte trasera del panel depende de la estructura en la que se monta y el efecto albedo del suelo, pudiendo dar una potencia total de módulo de 720W.

Se presenta el esquema del módulo del panel:

Rear View**Frame Cross Section A-A****Mounting Hole**

Las demás especificaciones técnicas vendrán dadas en el ANEXO II de cálculos de las instalaciones fotovoltaicas.

8.2.1.2 Inversor Solar

El inversor solar CSI-100K-T400GL02-E es capaz de suministrar 110KW en corriente alterna y 140kW de entrada para los paneles solares.

El inversor tiene 20 entradas en DC para conectar los paneles al inversor. Pudiendo conectar dos por MPPT.

Las especificaciones técnicas del inversor vendrán dadas en el ANEXO II de cálculos de las instalaciones fotovoltaicas.

8.2.1.3 Protecciones

Habrá un cuadro de protecciones a la entrada del C.B.T. donde se conectan los clientes y el inversor tiene integrado un interruptor en el lado de continua.

Dimensionado de acuerdo con el ANEXO II de cálculos de las instalaciones fotovoltaicas.

8.2.1.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA

La instalación eléctrica estará compuesta por 168 paneles fotovoltaicos, con 28 paneles en serie utilizando 6 terminales del inversor.

La instalación de los paneles solares se hará de acuerdo con la norma vigente y se hará un soporte que estará atornillado al terreno rocoso de la ubicación en dirección

sur y ángulo 30° igual que la latitud, cálculos justificados en el ANEXO II de cálculos de las instalaciones solares.

8.2.2 CONEXIÓN A LA RED DE BAJA TENSIÓN

La planta solar se conectará a la red de B.T. de la compañía distribuidora, mediante cable subterráneo XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al, cuyas características se describen en el ANEXO I de cálculos eléctricos

8.3 INSTALACIONES DE ENLACE EN BAJA TENSIÓN

8.3.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

8.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación queda definida por las siguientes características: Tensión de distribución: 400/230 V.

Condiciones de instalación: Bajo tubo. Potencia total simultánea: 138,5 kVA.

Conductores: El cable entre el transformador y el cuadro de acometida del contenedor ZIGOR será XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al.

Origen: Conversión aéreo-subterráneo proyectado en C.T.I. 6802 TRESVISO.

Coordenadas UTM del Origen: X: 364.615,17; Y: 4.790.668,61; Huso: 30.

Factor de potencia-cos ϕ –: 0,90.

Max. caída de tensión admisible: 1,5 %.

Factor corrección de intensidad máxima en las condiciones de instalación previstas: 0,97.

N.º. de acometidas, sección: 1 / 240 Al.

N.º. de circuitos: 2.

La red de baja tensión consta de 16 tramos. De los cuales, 5 son compartidos por ambas instalaciones proyectadas, ya que, teniendo zanjas de 4 tubos, nos permite utilizar la misma canalización para la acometida aéreo subterráneo de ambas instalaciones eléctricas. Hay 2 tramos adicionales. El primero entre el transformador y el cuadro de protección a instalar a pie de poste del centro de transformación (5 m), el segundo tramo entre el cuadro de protección y el nuevo cuadro de baja tensión proyectado en CTI (2 m). Por último, los 5 tramos serían entre el nuevo cuadro de baja tensión proyectado y el cuadro de acometida del contenedor ZIGOR (26 m). Los tres tramos se proyectan en conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al.

Para la instalación solar fotovoltaica, los tramos serían desde el inversor solar hasta

el CBT a instalar, componiendo 15 tramos.

8.3.1.2 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones que se producen como consecuencia del trazado de la línea:

Cruzamientos:

TRAMO	LONG.	SERVICIO	ORGANISMO
A-B	10 m	Carretera local	Ayto. de Tresviso

Como consecuencia del trazado de la Línea proyectada, no se producirán paralelismos destacables con otros servicios existentes.

8.3.1.3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Todos los cálculos eléctricos relativos a la línea objeto del presente proyecto, han sido realizados de acuerdo con la Norma Técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de baja tensión de La Compañía Distribuidora. (Código: NT-ASDS.01 Edición: Enero- 18), habiéndose utilizado las tablas y gráficos que en el mismo se incluyen. Se justifican todos los cálculos y tablas en el anexo de cálculos eléctricos

El grado o coeficiente de simultaneidad aplicado a cada tramo toma un valor entre 0 y 1.

Dicho valor es resultado del análisis de las potencias contratadas y las mediciones de las potencias de paso reales llevadas a cabo por la compañía suministradora sobre sus redes de distribución.

La potencia que se prevé transportar por la línea es $\leq 138,5$ kVA., y está limitada por las características de la red de baja tensión y los requisitos reglamentarios que ésta debe cumplir. Esta potencia es inferior a la potencia nominal del transformador (160 kVA.), pero muy superior a los picos de consumo registrados en el centro de transformación, que está en torno a 87 kVA.

Cálculo de conductores por intensidad.

La potencia máxima a transportar será de 124.707,658 W considerando un coeficiente de $\cos \phi = 0,9$. Potencia limitada para cumplir criterios reglamentarios de caída de tensión.

Intensidad máxima a transportar = 200 A, $\leq$ a la intensidad máxima admisible del conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al., instalado en canalización subterránea en tubos hormigonados.

Cálculo de conductores por caída de tensión.

La caída de tensión en el circuito trifásico de baja tensión de conexión entre el centro de almacenamiento en baterías y el centro de transformación no será superior al 1,5%, según lo dispuesto en el apartado 5 de la ITC-BT-40. Se ha tenido en cuenta la caída de tensión existente en los dos circuitos que salen del CBT del CTI TRESVISO 6806 a los clientes, para no añadir caída de tensión adicional cuando el sistema funcione de manera autónoma, no superando el 7% establecido por La Compañía Distribuidora.

La caída de tensión máxima del sistema de almacenamiento al CTI es menor al 1% y la caída de tensión de las instalaciones existentes está por debajo del 6%, cumpliendo con lo establecido por la compañía distribuidora.

Para el circuito trifásico de baja tensión de conexión entre la planta de generación renovable para el sistema de almacenamiento no será superior al 7% según lo establecido por La Compañía Distribuidora.

Nuestra caída de tensión es inferior al 5%.

El uso de estas instalaciones es alimentar a las baterías, por lo tanto, no se considera la caída de tensión acumulada de la planta de generación a los clientes, solo hasta el CBT del trafo, que se encargará de repartir la energía sobrante para alimentar las baterías cuando estén cargando

Cálculo de conductores por intensidad de cortocircuito.**Circuito de enlace de almacenamiento**

A la salida del transformador:

$Z_T = 40 \text{ (m}\Omega\text{)}$., siendo la resistencia de cortocircuito del transformador

$I_{cc} = 5,77 \text{ kA}$.

En el cuadro de protección AC ZGR STOR. BPC3 a intercalar entre el transformador y el cuadro de baja tensión:

$$Z_T + \sum Z_L = 41,19 \text{ (m}\Omega\text{)}.$$

$$I_{cc} = 5,61 \text{ kA}.$$

En el cuadro de acometida del contenedor de Almacenamiento ESS 20:

$$Z_T + \sum Z_L = 52,83 \text{ (m}\Omega\text{)}.$$

$$I_{cc} = 4,37 \text{ kA}.$$

Para tiempos de corte iguales o inferiores a 5 segundos, el conductor será válido.

Circuito de enlace de generación solar:

Como ya hemos analizado anteriormente las intensidades de cortocircuito en los demás dispositivos, nos quedaría evaluarlo en el inversor.

En el inversor:

$$Z_T + \sum Z_L = 77,5 \text{ (m}\Omega\text{)}.$$

$$I_{cc} = 2,98 \text{ kA}.$$

Para tiempos de corte iguales o inferiores a 5 segundos, el conductor será válido.

Protecciones

Para protección contra sobreintensidades se instalará un interruptor-seccionador magnetotérmico en los puentes de baja tensión entre trafo y cuadro de baja tensión, y otro en el cuadro de acometida del contenedor.

El tiempo de corte del dispositivo de protección será inferior a 5 segundos, por lo tanto, el tiempo máximo de duración del cortocircuito será inferior a 35, 33 segundos.

- Tipo de curva.

El interruptor será de curva tipo D. $I_m = 10 \times 200 = 2.000 \text{ A}$. $I_{cc \text{ min}} > I_m$

$$2979,9 > 2.000 \text{ A}.$$

9 PLANIFICACIÓN

En base al capítulo 3.2.1 punto f de la ITC-RAT 20 del Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, se definen las diferentes etapas, metas o hitos a alcanzar en el desarrollo de la obra que se describe en este proyecto.

La ejecución de los trabajos se realizará mediante 9 hitos claramente diferenciados. A continuación, se definen los plazos estimados de realización de cada uno de los hitos en función de la tipología de la obra a ejecutar.

Descripción Genérica	Hito	LBTS	CTP	TOTAL
Análisis preliminar	Replanteo	6 días	1 DÍA	6 DÍAS
	ACOPIO MATERIAL	15 días	56 días	56 días
Ejecución de obra	Obra civil	4 días	2 días	6 días
	Izado apoyos	-	-	-
	Tendido conductor	1 día	-	1 día
	Montaje CT	-	2 días	2 días
Documentación y puesta en marcha	Solicitud documentación	31 días	31 días	31 días
	Solicitud descargos	15 días	15 días	15 días
	Puesta en Servicio	5 días	2 días	5 días

Los diferentes hitos presentados en la tabla anterior se describen en el pliego de condiciones técnicas de este proyecto.

10 VIABILIDAD DEL PROYECTO

El presente proyecto de NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO, dados los cálculos eléctricos, utilizando la curva de cargas real del CTI de Tresviso, la potencia real de los clientes, también utilizada para el dimensionamiento de las celdas para el almacenamiento , y los datos de irradiancia solar de la zona, hacen que este proyecto no solo se acerque más a la realidad, sino que hace que la viabilidad del proyecto se acerque más a lo que nosotros nos vayamos a encontrar una vez terminada la obra y el sistema conectado a la red.

No obstante, vamos a utilizar un programa de simulación de redes llamado *Panda Power* a través del lenguaje de programación *Python*, donde se hará un breve análisis de la red, cómo afecta la inyección de energía de los paneles y las baterías, la carga de energía que soportan las líneas, y los nodos.

10.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA RED CON EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y GENERACIÓN RENOVABLE USANDO PANDA POWER

La librería de Phyton, PandaPower, es una librería muy amplia que nos permite evaluar los flujos de potencia de una red, dado su código abierto, se pueden modificar los datos del código para adecuarlo a nuestro caso de estudio.

Se ha procedido a crear datos de los cables conductores, del trafo, líneas, nodos y barras, la entrada de la red de media tensión, y se han modelado la batería como generador y carga por separado, ya que no existe un modelo exacto para las baterías. Para la planta de generación solar fotovoltaica, se modela como un generador.

Todos los nodos y barras han sido georreferenciados para graficar el resultado de manera que se pueda visualizar la red de una manera aproximada de como se ve en los planos de Tresviso

Los cálculos ejecutados por el programa están calculados para un instante de tiempo lo que nos dará datos instantáneos de la tensión, intensidad y potencia.:

El programa da los resultados en unidades potencia unidad (pu), sistema utilizado para el cálculo de flujos de potencia ya que hace más sencillo su

cálculo. Se basa en que la tensión de estudio, en nuestro caso 400 V en el lado de baja tensión, ya que es la tensión máxima que podemos obtener, se pase a una base unidad, siendo 1 nuestra tensión en pu. De esta manera todos los datos van a estar referenciados al valor pu de la tensión inicial. Por ejemplo, en uno de los nodos tuviéramos un valor de 0.95 pu de tensión querría decir que sobre la tensión base de 400 V tendremos $0.95 \cdot 400 = 380\text{V}$.

En las gráficas también podemos ver los resultados por nodos, barras, líneas de la red por tramos, y las cargas.

Además, el número de nodos, de líneas y los datos introducidos de cada tipología, por ejemplo, de las líneas podemos saber la distancia, la resistencia y la reactancia.

Los datos están expresados en kilovoltios para las barras y nodos, kiloamperios para las líneas, megavatios para las cargas y megavoltiamperios para el trafo.

Nuestros datos de entrada son:

Tensión del lado de alta tensión: 12kV

Tensión del lado de baja tensión: 400V

Distancias de los vanos

Potencia de las cargas

Coordenadas de los nodos o barras (xx; yy)

Generadores

Una vez ejecutado el código y el programa resuelto los cálculos, podemos graficar nuestra red. Se representan los circuitos 1 y 2 de la red de Tresviso separados para visualizarlo mejor:

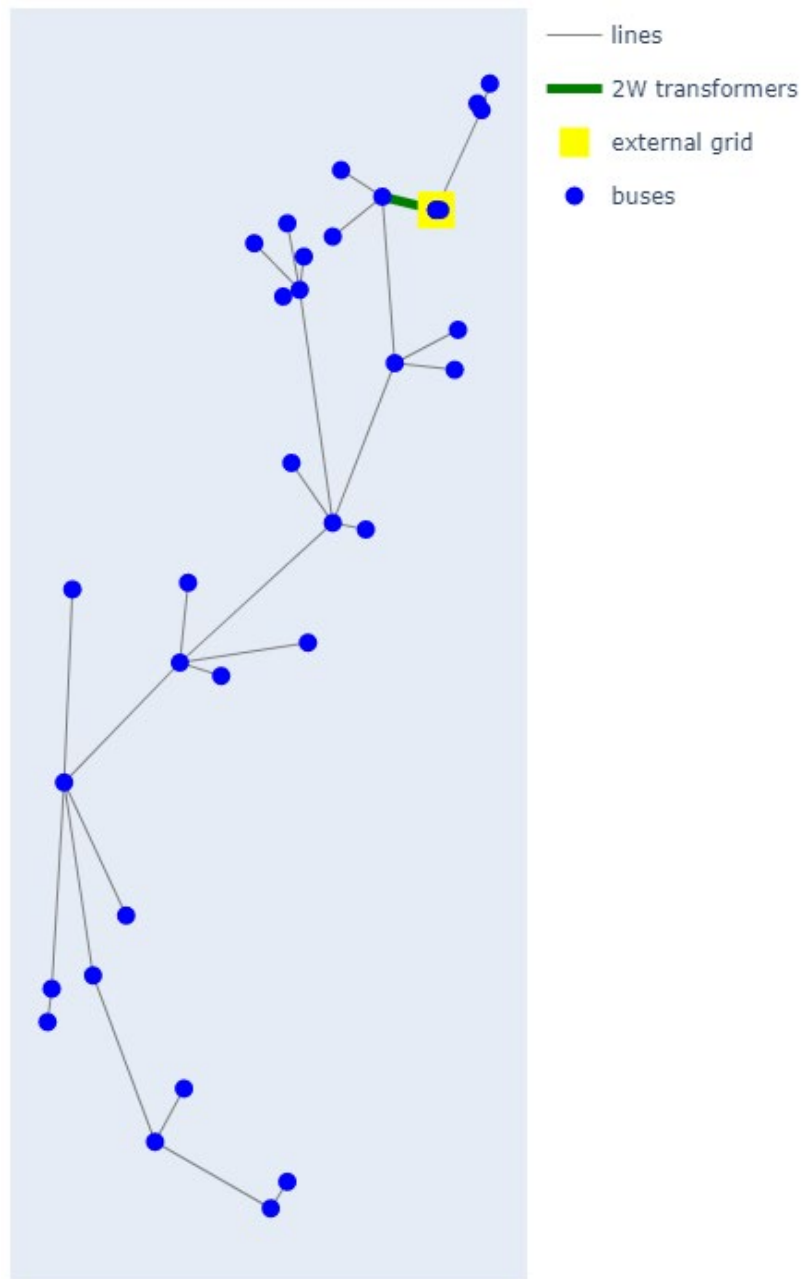
Circuito 1:

Figura 7: Esquema unifilar del circuito1 de Tresviso, simulado en Python. Fuente: Elaboración propia

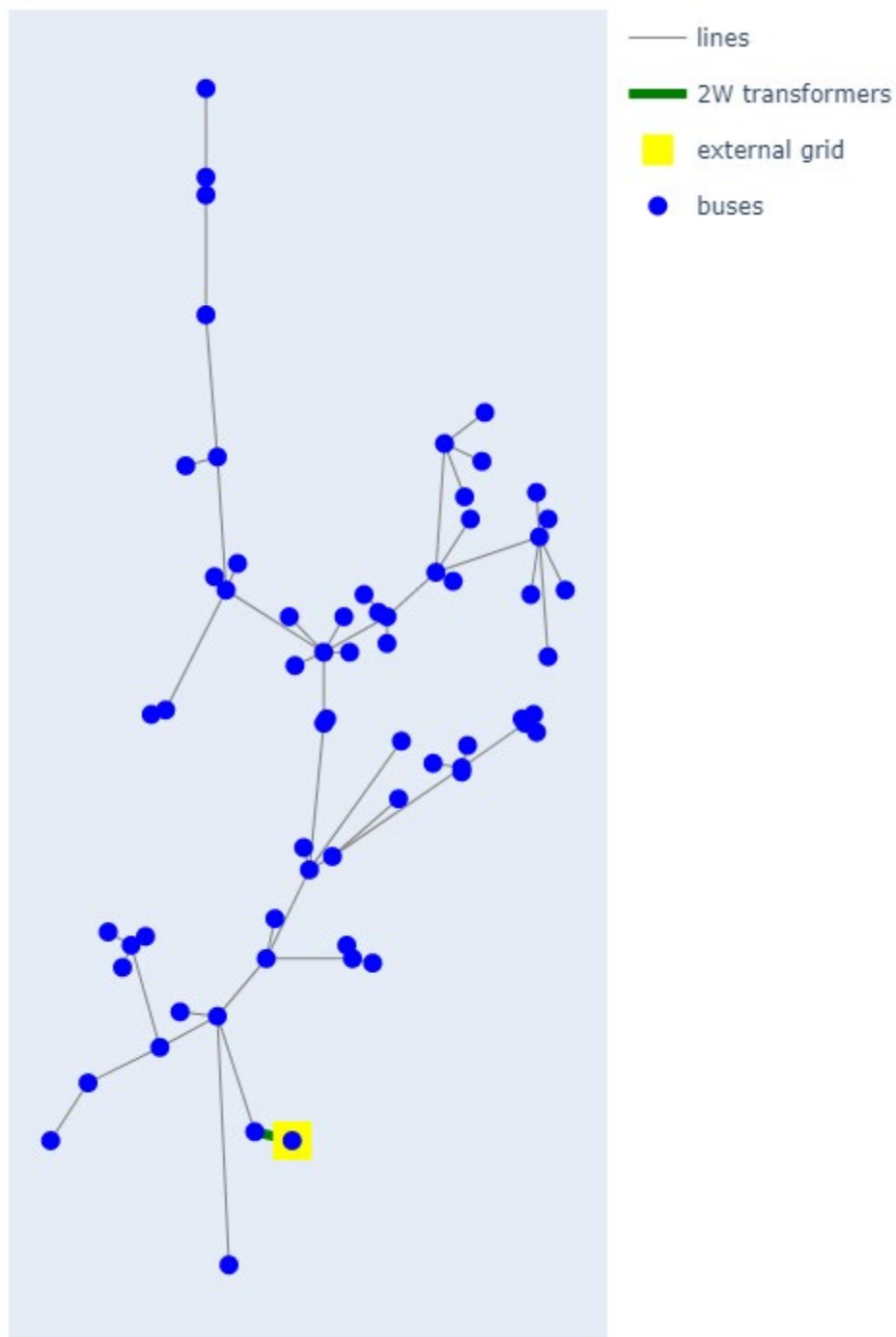
Circuito 2:

Figura 8: Esquema unifilar del circuito 2 de Tresviso simulado en Python. Fuente: Elaboración propia

Instalaciones proyectadas:

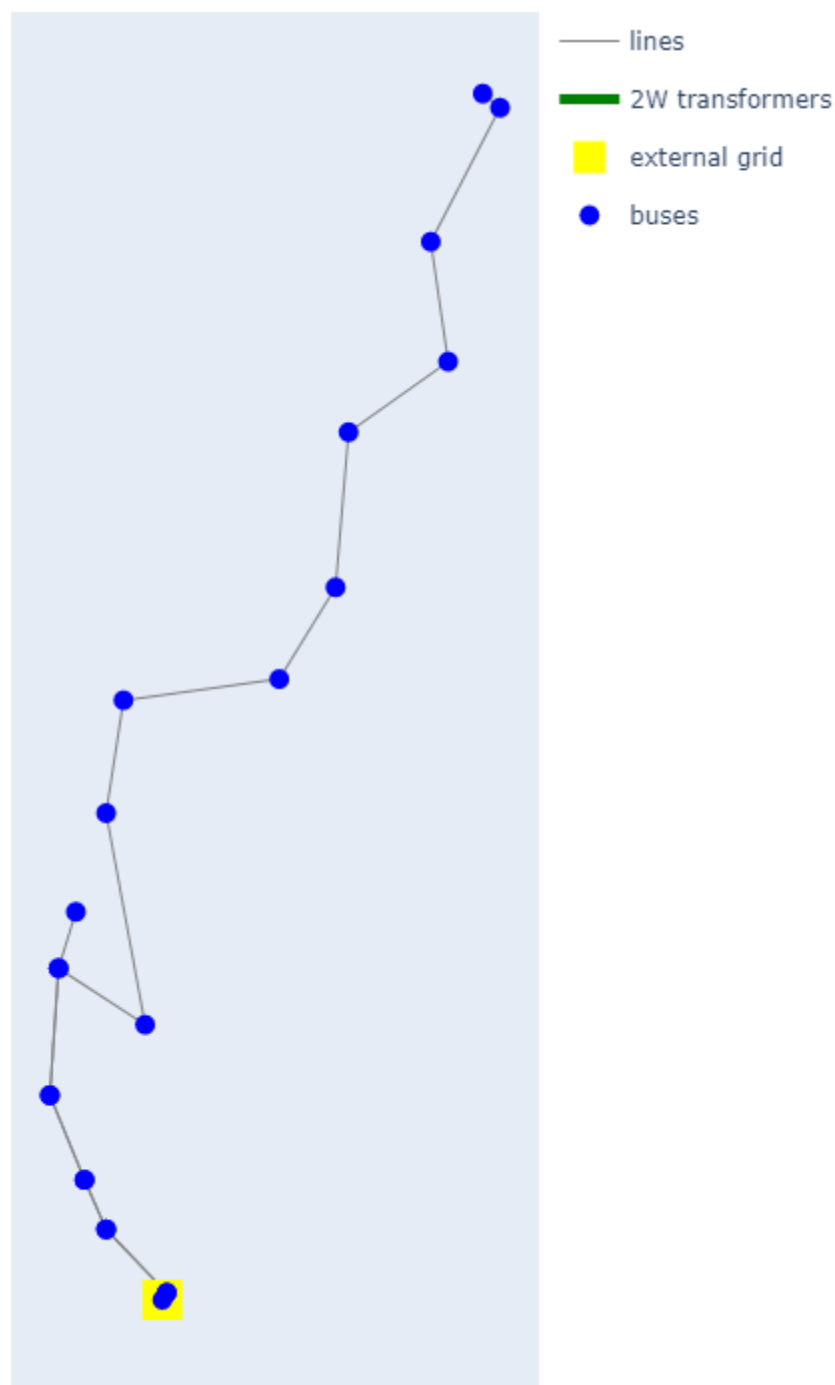


Figura 9: Instalaciones proyectadas en Tresviso simuladas en Python. Fuente: Elaboración propia

Para analizar la red entera debemos unir todos estos circuitos en uno solo.

A continuación, se presenta una figura con el esquema unifilar completo del pueblo de Tresviso con las instalaciones proyectadas incluidas diseñado en *Python*:

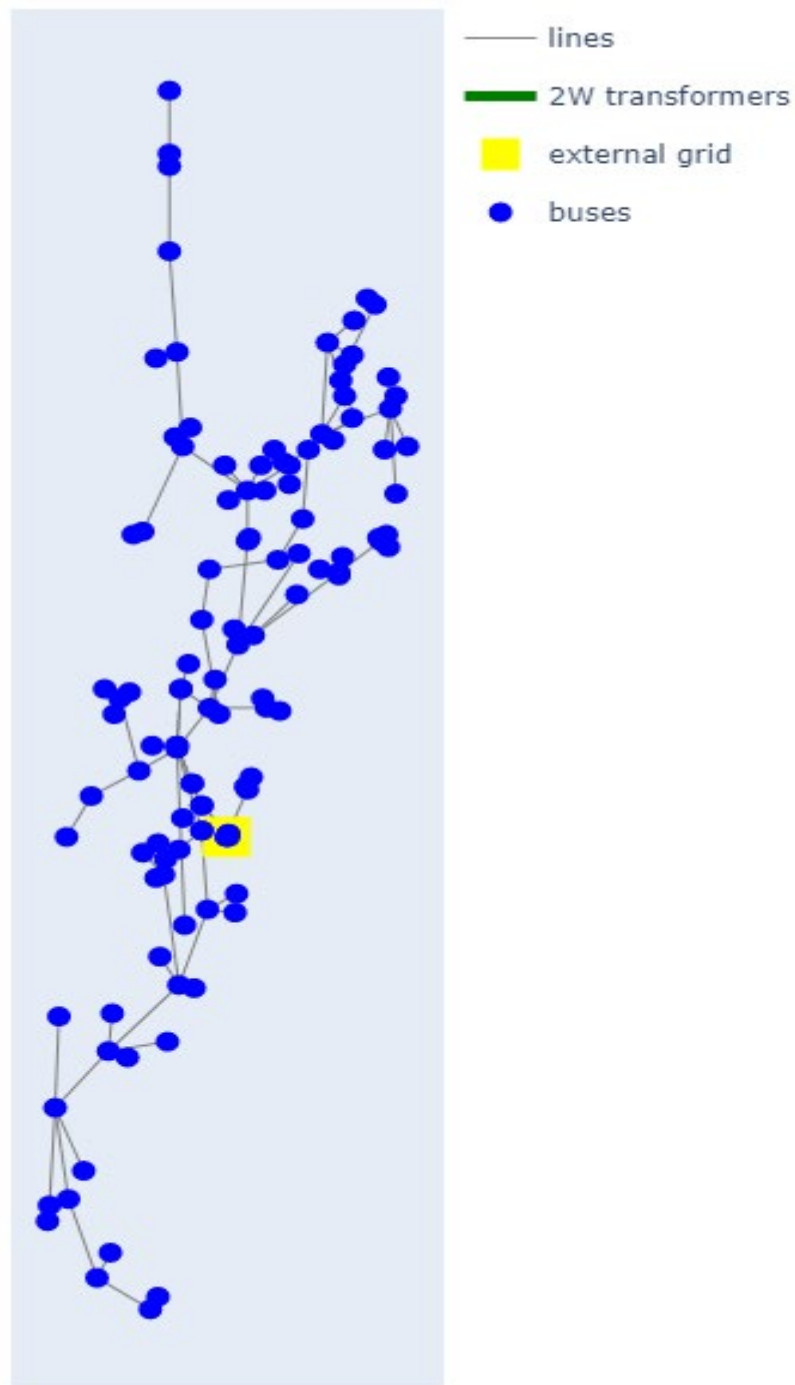


Figura 10: Esquema unifilar completo del Pueblo de Tresviso simulado en Python de las instalaciones existentes. Fuente: Elaboración propia

10.1.1 CASOS DE ESTUDIO

10.1.1.1 MEJORA DEL SISTEMA CONECTADO A LA RED

Para evaluar los cambios que se efectúan al conectar la generación fotovoltaica y las baterías a la red debemos ejecutar nuestro script sin la nueva extensión de red, para después compararla con los sistemas de almacenamiento y fotovoltaico conectados.

Como no se pueden apreciar en las figuras de cómo es la conexión de las instalaciones cerca del trafo, se presenta en la siguiente, un esquema de cómo es la disposición de barras en el script, un modelo aproximado a la realidad, para que se puedan conectar y desconectar los distintos circuitos.

Así pues, nuestro análisis del flujo de potencias queda reflejado de manera visual:

Circuitos 1 y 2 conectados a red:

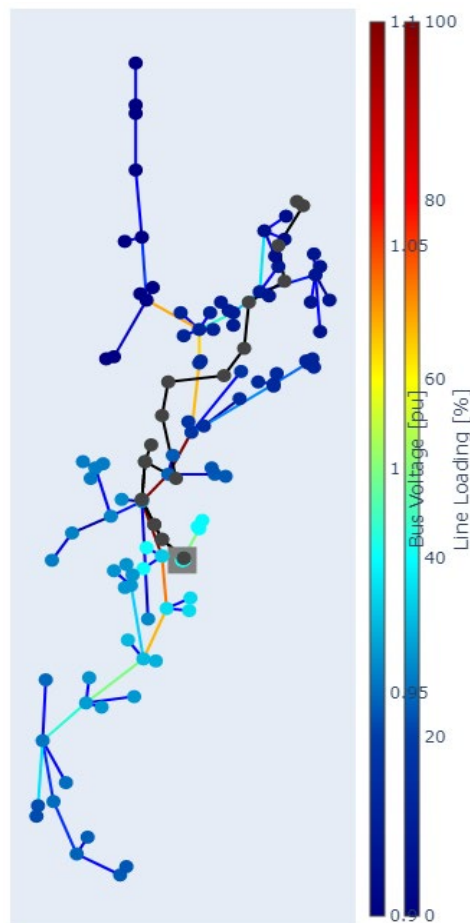


Figura 11: Simulación en Python de la red de baja tensión de Tresviso con las instalaciones proyectadas conectadas. Fuente: Elaboración propia.

Instalaciones proyectadas conectadas a las existentes:

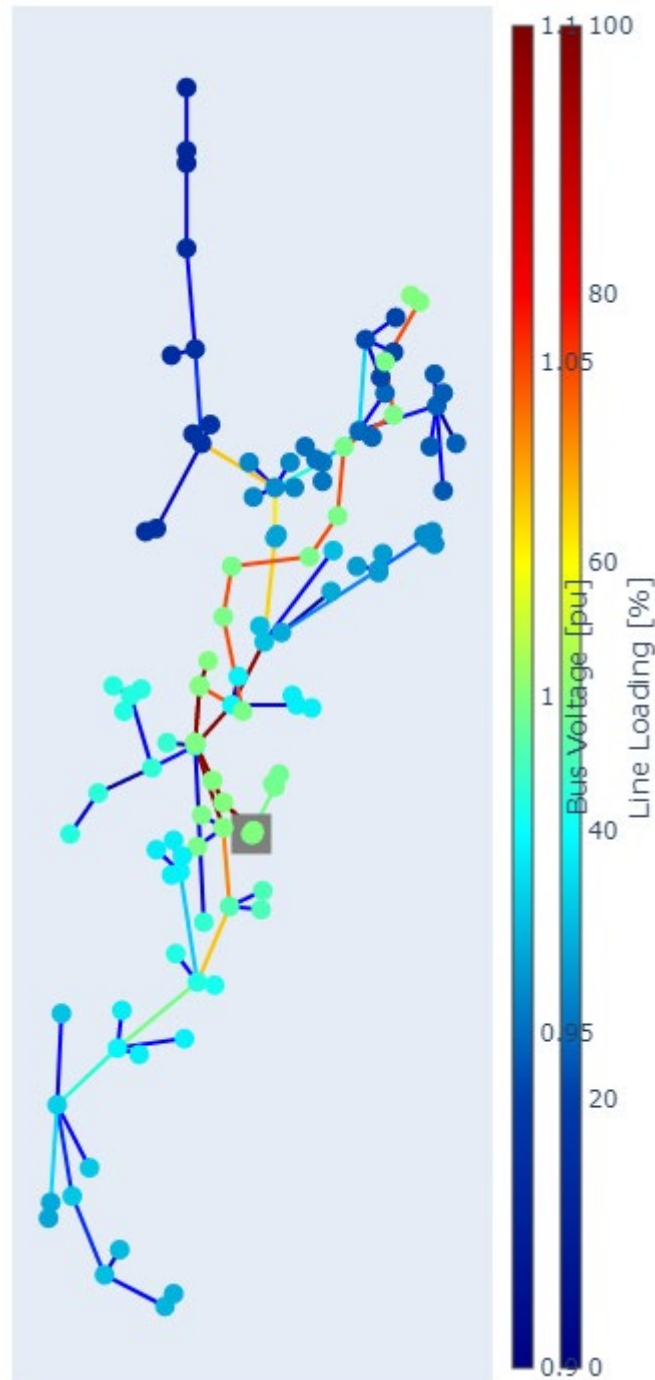


Figura 12 : Simulación en Python de la red de baja tensión de Tresviso con las instalaciones proyectadas conectadas. Fuente: Elaboración propia.

Se han comparado los resultados de varias cargas cuando tanto las baterías como los paneles están produciendo energía.

Se aprecia según varias de las cargas un aumento de la tensión de varios puntos y un aumento de la carga de las barras de conexión al trafo, que puede dar cierto problema si no se regula.

El sistema de generación fotovoltaica se desenganchará de la red si las baterías están cargadas y los valores de la red están dentro de los parámetros esperados.

10.1.1.2 AISLAMIENTO DEL SISTEMA, MODO ISLA

El sistema de almacenamiento puede operar en modo Black Start, es decir, reiniciar el sistema para dar el suministro, o bien, si se prevé el corte, suministrar la potencia demanda para mantener el servicio a los clientes.

El resultado de las simulaciones según la potencia que suministran los paneles y las baterías de manera instantánea, pueden sobrecargar el sistema. Puesto que tenemos la curva de cargas del C.T.I de Tresviso, y la potencia de los clientes se ha utilizado una potencia en los paneles de acuerdo con la máxima que pueden suministrar en una hora de 60kWh de acuerdo con los cálculos del ANEXO I, y hasta 138kWh de las baterías de acuerdo con el ANEXO III del proyecto. Aplicando factores de simultaneidad a las cargas ya que este programa no los tiene en cuenta, así que las cargas no superarán más de 100kWh ya que, sino, el programa puede dar error o generarse un corto circuito de acuerdo con las simulaciones.

Se tiene que los valores obtenidos en la figura que se ha obtenido al simular ofrecen las mismas características del trafo, llegando a poder ofrecer una ligera mejora en la tensión a los clientes. Teniendo en cuenta que ya hay una caída existente entre las baterías y los clientes, queriendo decir que efectivamente la regulación de las baterías que no está simulada por limitaciones de la programación, daría mejor calidad de tensión y frecuencia a los clientes.

En conclusión, podemos asegurar que este proyecto cumple con las expectativas iniciales y cumple su cometido dando suministro continuado en el caso que el Pueblo de Tresviso se quede sin alimentación por parte de la red de media tensión y que sea capaz de soportar la demanda hasta que la incidencia o avería esté reparada.

Además, las baterías ofrecen un sistema de regulación integrado muy capaz de mejorar la calidad del suministro, inyectando potencia activa, reactiva, más tensión o frecuencia, optimizando la red del pueblo de Tresviso, y aplanando los picos de potencia que pueda haber en el pueblo para que la red existente no se sobrecargue. Adicionalmente los paneles cumplirán de soporte a las baterías para alimentarlas continuamente mientras está trabajando así nos aseguramos de que, en todo momento, las baterías ofrezcan todas las funcionalidades previstas.

ANEXO I

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Í N D I C E

1 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES	1
1.1 CAÍDAS DE TENSIÓN DEL CIRCUITO 1	3
1.2 CAÍDAS DE TENSIÓN DEL CIRCUITO 2	6
2 CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS	9
2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE ALAMCENAMIENTO	9
2.1.1 CÁLCULOS DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD	10
2.1.2 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN	11
2.1.3 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	12
2.1.4 PROTECCIONES	14
2.1.5 PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN	16
2.2 CÁLCULOS ELECTRICOS DE LA PLANTA DE GENERACIÓN RENOVABLE	17
2.2.1 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD	18
2.2.2 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN	19
2.2.3 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	21
2.2.4 PROTECCIONES	22
2.2.5 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN EN LA PARTE DE D.C.	24

1 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Todos los cálculos eléctricos relativos a la línea objeto del presente proyecto, han sido realizados de acuerdo con la Norma Técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de baja tensión de la compañía distribuidora (Código: NT-ASDS.01 Edición: Enero- 18), habiéndose utilizado las tablas y gráficos que en el mismo se incluyen.

El grado o coeficiente de simultaneidad aplicado a cada tramo toma un valor entre 0 y 1.

Dicho valor es resultado del análisis de las potencias contratadas y las mediciones de las potencias de paso reales llevadas a cabo por la compañía suministradora sobre sus redes de distribución.

El CTI TRESVISO 8606 tiene dos salidas, Circuito 1 y Circuito 2.

La instalación queda definida por las siguientes características:

Tensión de distribución: 400/230 V.

Factor de potencia: 0,9

Reglamento: Normativa y Viesgo rural.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la tabla de caídas de tensión:

$$P = (N^{\circ} \text{Clientes} \cdot P_{base}) Coef_{simul} + P_{singular}$$

$$P_{SOLIC} = (N^{\circ} \text{Clientes} \cdot P_{base} + P_{Solic}) Coef_{simul} + P_{singular}$$

$$I = \frac{P \cdot Coef}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot 10^3} ; \text{Coeficiente: (3 para Monofásico, 1 para trifásico)}$$

$$\Delta U\% = \frac{M}{M_1 \cdot Coef} ; \text{Coeficiente: (6 para Monofásico, 1 para trifásico)}$$

$$M = P_{SOLIC} \cdot L$$

$$M_1 = \frac{1}{10} \frac{U^2}{R + X \tan \varphi}$$

Datos de los conductores existentes de la instalación de baja tensión:

CONDUCTORES	R	X	I
RZ 3x150 / 95 Al.	0,223	0,1	305
RZ 3x95 / 54,6 Alm.	0,346	0,1	230
RZ 3x50 / 54,6 Alm.	0,693	0,1	150
RZ 3x25 / 54,6 Alm.	1,297	0,1	100
RZ 4x16 Al.	2,064	0,1	73

Se tiene en cuenta la simultaneidad de los clientes:

TABLA DE SIMULTANEIDAD	
N.º abonados	coeficiente
1-4	1
5-9	0,8
10-14	0,7
15-24	0,6
25-44	0,5
44	0,4

Datos de la red y la potencia media por cliente:

POT. BASE (kW):	5,5
COEF. SIMUL.:	REGLAMENTO
COSENO DE ϕ :	0,9
TENSIÓN (V):	3x230/400

1.1 CAÍDAS DE TENSION DEL CIRCUITO 1

Nuestro esquema unifilar para el Circuito 1 se adjunta junto con el documento de planos.

Se escoge una potencia base de 5,5 kW por cliente, aunque los datos reales sean menores y solo se dejan aquellas potencias superiores a ese valor y se tomarán como potencias singulares.

Los resultados de la caída de tensión serán mayores ya que están proyectados con mayor potencia de la existente, de esta manera si algún cliente desea ampliar su potencia no se deberá hacer refuerzo en la línea existente.

Los resultados de las caídas de tensión para el tramo 1

Tramo 1:

$$P = (20 * 5,5) * 0,74 + 0 = 125,30 \text{ kW}$$

$$I = (81,4 * 1 / \sqrt{3} * 400 * 0,9) * 1000 = 200,95 \text{ A}$$

$$M = 81,4 * 15 = 1221 \text{ kW/m}$$

$$M1 = = 400^2 / 10^5 / (0,223 + 0,1) * \tan (\arccos (0,9)) = 5,89$$

$$\Delta U\% = M / M1 * Coef = 0,3 \%$$

Se aplican las mismas fórmulas para los demás tramos.

Los resultados de todos los tramos del Circuito 1 se presentan en la siguiente tabla:

TRAMO				NODO FINAL		CONDUCTOR		POTENCIA (kW)	INTENSIDAD (A)	CAIDA TENSIÓN ACTUAL	
NODO INICIO	NODO FINAL	CLIENTES	TIPO	Nº CLIENTES	POT. SING.	ACTUAL	LONG. (Mts.)	ACTUAL	ACTUAL	Δ U %	U % Acumulada
0	1	20	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	15	125,30	200,95	0,46	0,46
1	2	16	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	31	105,75	169,60	0,81	1,27
2	3	14	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	31	99,15	159,01	0,76	2,03
3	4	8	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	35	75,50	121,08	0,65	2,68
4	5	5	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	57	62,30	99,91	0,88	3,56
5	6	2	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	34	31,00	49,72	0,26	3,82
6	7	2	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	38	31,00	49,72	0,29	4,11
7	8	1	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	39	25,50	40,90	0,25	4,35
1	9	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	15	17,90	28,71	0,12	0,59
9	10	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	23	17,90	28,71	0,19	0,78
10	11	1	M	1		RZ 4x16 Al.	2	5,50	26,46	0,09	0,87
10	12	1	M	1	6,90 kW	RZ 4x16 Al.	5	12,40	59,66	0,49	1,27
1	13	1	M	1		RZ 4x16 Al.	14	5,50	26,46	0,61	1,07
1	14	1	M	1		RZ 4x16 Al.	17	5,50	26,46	0,74	1,20
2	15	1	M	1		RZ 4x16 Al.	9	5,50	26,46	0,39	1,66
2	16	1	M	1		RZ 4x16 Al.	8	5,50	26,46	0,35	1,62
3	17	1	M	1		RZ 4x16 Al.	21	5,50	26,46	0,91	2,94
3	18	4	T	0		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	36	20,90	33,52	0,63	2,66
18	19	1	T	1		RZ 4x16 Al.	8	5,50	8,82	0,06	2,72
18	20	1	M	1		RZ 4x16 Al.	18	5,50	26,46	0,78	3,45
18	21	1	M	1		RZ 4x16 Al.	6	5,50	26,46	0,26	2,92
18	22	1	M	1		RZ 4x16 Al.	15	5,50	26,46	0,65	3,32
3	23	1	M	1		RZ 4x16 Al.	3	5,50	26,46	0,13	2,16
4	24	1	M	1		RZ 4x25 Al.	23	5,50	26,46	0,64	3,32
4	25	1	M	1		RZ 4x16 Al.	14	5,50	26,46	0,61	3,29
4	26	1	M	1		RZ 4x16 Al.	16	5,50	26,46	0,70	3,38
5	27	1	M	1		RZ 4x16 Al.	24	5,50	26,46	1,05	4,60
5	28	1	M	1		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	40	5,50	26,46	1,11	4,67
5	29	1	T	0		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	43	22,50	36,08	0,81	4,37
29	30	1	T	1	17,00 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	8	22,50	36,08	0,08	4,45
7	31	1	M	1		RZ 4x16 Al.	14	5,50	26,46	0,61	4,72
8	32	1	M	1	20,00 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	8	25,50	122,69	0,57	4,92

Figura 1: Tabla de cálculos de baja tensión del circuito 1 de Tresviso. Fuente: Elaboración propia

Se observa que las caídas de tensión no superan el 7% establecido por la compañía distribuidora en zonas rurales y urbanas, como lo es el pueblo de Tresviso.

También se valora la caída de tensión con las potencias actuales de los clientes, para dar un resultado más real al cálculo de las caídas de tensión.

De esta manera sabremos si la caída de tensión de las baterías, realmente con los datos de los clientes supondrá mayor o menor pérdida de potencia.

Se presenta la tabla de cálculos del Circuito 1 con los datos de la potencia contratada real de los clientes:

TRAMO				NODO FINAL		CONDUCTOR		POTENCI A (kW)	INTENSIDAD (A)	CAIDA TENSIÓN ACTUAL	
NODO INICIO	NODO FINAL	CLIENTES	TIPO	Nº CLIENTES	POT. SING.	ACTUAL	LONG. (Mts.)	ACTUAL	ACTUAL	Δ U %	U % Acumulada
0	1	20	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	15	106,60	170,96	0,39	0,39
1	2	16	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	31	89,45	143,46	0,68	1,08
2	3	14	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	31	82,70	132,63	0,63	1,71
3	4	8	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	35	62,30	99,91	0,54	2,25
4	5	5	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	57	52,40	84,04	0,74	2,98
5	6	2	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	34	25,50	40,90	0,21	3,20
6	7	2	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	38	25,50	40,90	0,24	3,44
7	8	1	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	39	20,00	32,08	0,19	3,63
1	9	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	15	11,50	18,44	0,08	0,47
9	10	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	23	11,50	18,44	0,12	0,60
10	11	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	2	4,60	22,13	0,07	0,67
10	12	1	M	1	6,90 kW	RZ 4x16 Al.	5	6,90	33,20	0,27	0,87
1	13	1	M	1	3,45 kW	RZ 4x16 Al.	14	3,45	16,60	0,38	0,78
1	14	1	M	1	2,20 kW	RZ 4x16 Al.	17	2,20	10,58	0,30	0,69
2	15	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	9	3,30	15,88	0,24	1,31
2	16	1	M	1	3,45 kW	RZ 4x16 Al.	8	3,45	16,60	0,22	1,30
3	17	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	21	4,60	22,13	0,77	2,48
3	18	4	T	0		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	36	11,20	17,96	0,34	2,05
18	19	1	T	1	2,20 kW	RZ 4x16 Al.	8	2,20	3,53	0,02	2,07
18	20	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	18	4,60	22,13	0,66	2,70
18	21	1	M	1	2,20 kW	RZ 4x16 Al.	6	2,20	10,58	0,10	2,15
18	22	1	M	1	2,20 kW	RZ 4x16 Al.	15	2,20	10,58	0,26	2,31
3	23	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	3	4,60	22,13	0,11	1,82
4	24	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x25 Al.	23	3,30	15,88	0,38	2,63
4	25	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	14	3,30	15,88	0,37	2,61
4	26	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	16	3,30	15,88	0,42	2,67
5	27	1	M	1	4,40 kW	RZ 4x16 Al.	24	4,40	21,17	0,84	3,82
5	28	1	M	1	5,50 kW	RZ 3x25 / 54,6 Alm.	40	5,50	26,46	1,11	4,09
5	29	1	T	0		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	43	17,00	27,26	0,61	3,60
29	30	1	T	1	17,00 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	8	17,00	27,26	0,06	3,66
7	31	1	M	1	5,50 kW	RZ 4x16 Al.	14	5,50	26,46	0,61	4,05
8	32	1	M	1	20,00 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	8	20,00	96,23	0,44	4,07

Figura 2: Tabla de cálculos de baja tensión del circuito 1 de Tresviso con la potencia real de los clientes. Fuente: Elaboración propia

Las caídas de tensión en Tresviso no son superiores al 5% acorde con proyecto tipo de la compañía distribuidora para RBT para zonas rurales, donde se puede llegar hasta un máximo del 7% de caída.

En el presente proyecto no se va a modificar la red existente. Las caídas de tensión existentes se usarán como referencia para las instalaciones proyectadas para hacer una previsión del impacto que hacen sobre esta red.

1.2 Caídas de tensión circuito 2

Esquema unifilar del circuito 2, incluido en el documento de planos del presente proyecto:

Se utiliza el mismo procedimiento para analizar las caídas de tensión del circuito 1. Las caídas de tensión no deben superar el 7% de acuerdo con el reglamento de la compañía distribuidora.

Se ha tomado de referencia una potencia media por cliente de 5,5kW, y los clientes que superan más de 5,5 kW de potencia serán tomados como clientes con potencia singular.

Las potencias de cada cliente son menores a esta y se ha considerado una potencia mayor por si en un futuro los clientes deciden ampliar la potencia, dándonos una caída de tensión mayor de la actual.

Se emplean los mismos cálculos para la elaborar la tabla de caídas de tensión del Circuito 1, para el Circuito 2, se presentan las tablas calculadas para la potencia media de 5,5kW y para la potencia real de los clientes.

En ambos casos ninguna de las caídas de tensión supera el 7% de caída tensión.

Tabla de caídas de tensión con potencia media 5,5kW y potencia singular:

TRAMO				NODO FINAL		CONDUCTOR		POTENCIA (kW)	INTENSIDAD (A)	CAIDA TENSIÓN ACTUAL	
NODO INICIO	NODO FINAL	CLIENTES	TIPO	Nº CLIENTES	POT. SOLIC.	ACTUAL	LONG. (Mts.)	ACTUAL	ACTUAL	Δ U %	Acumulado
0	1	45	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	15	109,00	174,81	0,28	0,28
1	2	45	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	34	109,00	174,81	0,63	0,91
2	3	39	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	40	107,25	172,00	0,73	1,63
3	4	36	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	27	99,00	158,77	0,45	2,09
4	5	25	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	36	68,75	110,26	0,42	2,51
5	6	24	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	26	79,20	127,02	0,35	2,86
6	7	14	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	30	53,90	86,44	0,27	3,13
7	8	11	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	33	42,35	67,92	0,24	3,37
8	9	6	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	49	26,40	42,34	0,22	3,59
2	10	1	T	1	10,00 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	14	15,50	24,86	0,10	1,01
2	11	4	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	30	22,00	35,28	0,16	1,07
11	12	1	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	47	5,50	8,82	0,06	1,13
12	13	1	T	1		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	18	5,50	8,82	0,08	1,22
11	14	3	T			RZ 3x25 / 54,6 Alm.	34	16,50	26,46	0,47	1,54
14	15	1	M	1		RZ 4x16 Al.	10	5,50	26,46	0,44	1,98
14	16	1	M	1		RZ 4x16 Al.	7	5,50	26,46	0,30	1,85
14	17	1	M	1		RZ 4x16 Al.	7	5,50	26,46	0,30	1,85
2	18	1	M	1		RZ 4x16 Al.	15	5,50	26,46	0,65	1,56
3	19	1	M	1		RZ 4x16 Al.	16	5,50	26,46	0,70	2,33
3	20	2	M	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	34	11,00	52,92	1,04	2,67
20	21	1	M	1		RZ 4x16 Al.	9	5,50	26,46	0,39	3,07
20	22	1	M	1		RZ 4x25 Al.	7	5,50	26,46	0,19	2,87
4	23	1	M	1		RZ 4x25 Al.	6	5,50	26,46	0,17	2,25
4	24	8	T	1		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	37	35,20	56,45	0,32	2,41
4	25	1	T	1		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	25	5,50	8,82	0,03	2,12
24	26	7	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	32	30,80	49,40	0,24	2,65
26	27	4	M	1		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	32	22,00	105,85	1,96	4,61
26	28	1	M	1		RZ 4x16 Al.	2	5,50	26,46	0,09	2,74
26	29	1	M	1		RZ 4x16 Al.	7	5,50	26,46	0,30	2,96
26	30	1	M	1		RZ 4x16 Al.	11	5,50	26,46	0,48	3,13
27	31	1	M	1		RZ 4x25 Al.	7	5,50	26,46	0,19	4,80
27	32	1	M	1		RZ 4x25 Al.	5	5,50	26,46	0,14	4,75
27	33	1	M	1		RZ 4x16 Al.	2	5,50	26,46	0,09	4,70
5	34	1	M	1		RZ 4x16 Al.	8	5,50	26,46	0,35	2,86
6	35	1	T	1		RZ 4x16 Al.	13	5,50	8,82	0,09	2,95
6	36	1	M	1		RZ 4x16 Al.	13	5,50	26,46	0,57	3,42
6	37	1	M	1		RZ 4x16 Al.	18	5,50	26,46	0,78	3,64
6	38	1	M	1		RZ 4x16 Al.	11	5,50	26,46	0,48	3,34
6	39	6	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	49	26,40	42,34	0,60	3,46
39	40	3	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	39	16,50	26,46	0,30	3,75
40	41	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	41	11,00	17,64	0,21	3,96
41	42	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	43	11,00	17,64	0,22	4,18
42	43	1	M	1		RZ 3x25 / 54,6 Alm.	19	5,50	26,46	0,53	4,71
42	44	1	T	1		RZ 4x16 Al.	29	5,50	8,82	0,21	4,39
39	45	1	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	44	5,50	8,82	0,11	3,57
45	46	1	M	1		RZ 4x25 Al.	7	5,50	26,46	0,19	3,76
7	47	1	M	1		RZ 4x16 Al.	9	5,50	26,46	0,39	3,52
7	48	1	M	1		RZ 4x16 Al.	3	5,50	26,46	0,13	3,26
7	49	1	M	1		RZ 4x16 Al.	20	5,50	26,46	0,87	4,00
4	50	1	M	1		RZ 4x16 Al.	7	5,50	26,46	0,30	2,39
8	51	1	M	1		RZ 4x16 Al.	9	5,50	26,46	0,39	3,76
8	52	4	M	1		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	7	22,00	105,85	0,23	3,60
52	53	1	T	1		RZ 4x25 Al.	36	5,50	8,82	0,17	3,76
52	54	1	M	1		RZ 4x16 Al.	11	5,50	26,46	0,48	4,07
52	55	1	M	1		RZ 4x25 Al.	14	5,50	26,46	0,39	3,98
9	56	1	M	1		RZ 4x25 Al.	11	5,50	26,46	0,31	3,89
9	57	1	M	1		RZ 4x25 Al.	19	5,50	26,46	0,53	4,11
9	58	1	M	1	10,20 kW	RZ 3x95 / 54,6 Alm.	16	15,70	75,54	0,37	3,96
9	59	1	M	1		RZ 4x16 Al.	17	5,50	26,46	0,74	4,33
9	60	1	M	1		RZ 4x16 Al.	21	5,50	26,46	0,91	4,50
9	61	1	M	1		RZ 4x16 Al.	15	5,50	26,46	0,65	4,24
40	62	1	M	1		RZ 4x25 Al.	17	5,50	26,46	0,47	4,23
39	63	1	M	1		RZ 4x16 Al.	9	5,50	26,46	0,39	3,85
39	64	1	M	1		RZ 4x16 Al.	7	5,50	26,46	0,30	3,76

Figura 3: Tabla de cálculos de baja tensión del circuito 2 de Tresviso con potencia media de 5,5 kW excepto puntos singulares. Fuente: Elaboración propia

Tabla de cálculo de caídas de tensión Circuito 2 con potencias reales:

TRAMO				NODO FINAL		CONDUCTOR		POTENCIA (kW)	INTENSIDAD (A)	CAIDA TENSIÓN ACTUAL		CAIDA TENSIÓN
NODO INICIO	NODO FINAL	CLIENTES	TIPO	Nº CLIENTES	POT. SOLIC.	ACTUAL	LONG. (Mts.)	ACTUAL	ACTUAL	Δ U %	U % Acumulada	U % Acumulada
0	1	45	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	15	71,40	114,51	0,18	0,18	0,18
1	2	45	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	34	71,40	114,51	0,41	0,59	0,59
2	3	39	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	40	43,60	69,92	0,30	0,89	0,89
3	4	36	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	27	32,20	51,64	0,15	1,04	1,04
4	5	25	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	36	0,00	0,00	0,00	1,04	1,04
5	6	24	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	26	0,00	0,00	0,00	1,04	1,04
6	7	14	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	30	0,00	0,00	0,00	1,04	1,04
7	8	11	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	33	0,00	0,00	0,00	1,04	1,04
8	9	6	T	0		RZ 3x150 / 95 Al.	49	0,00	0,00	0,00	1,04	1,04
2	10	1	T	1	10,00 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	14	10,00	16,04	0,06	0,66	0,66
2	11	4	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	30	14,50	23,25	0,11	0,70	0,70
11	12	1	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	47	3,30	5,29	0,04	0,74	0,74
12	13	1	T	1	3,30 kW	RZ 3x25 / 54,6 Alm.	18	3,30	5,29	0,05	0,79	0,79
11	14	3	T			RZ 3x25 / 54,6 Alm.	34	11,20	17,96	0,32	1,02	1,02
14	15	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	10	3,30	15,88	0,26	1,28	1,28
14	16	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	7	3,30	15,88	0,18	1,20	1,20
14	17	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	7	4,60	22,13	0,26	1,28	1,28
2	18	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	15	3,30	15,88	0,39	0,99	0,99
3	19	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	16	4,60	22,13	0,58	1,47	1,47
3	20	2	M	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	34	6,80	32,72	0,64	1,53	1,53
20	21	1	M	1	2,20 kW	RZ 4x16 Al.	9	2,20	10,58	0,16	1,69	1,69
20	22	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x25 Al.	7	4,60	22,13	0,16	1,69	1,69
4	23	1	M	1	2,30 kW	RZ 4x25 Al.	6	2,30	11,07	0,07	1,11	1,11
4	24	8	T	1		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	37	26,60	42,66	0,24	1,28	1,28
4	25	1	T	1	3,30 kW	RZ 3x95 / 54,6 Alm.	25	3,30	5,29	0,02	1,06	1,06
24	26	7	T	0		RZ 3x95 / 54,6 Alm.	32	26,60	42,66	0,21	1,49	1,49
26	27	4	M	1	3,30 kW	RZ 3x50 / 54,6 Alm.	32	14,30	68,80	1,27	2,76	2,76
26	28	1	M	1	4,40 kW	RZ 4x16 Al.	2	4,40	21,17	0,07	1,56	1,56
26	29	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	7	3,30	15,88	0,18	1,67	1,67
26	30	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	11	4,60	22,13	0,40	1,89	1,89
27	31	1	M	1	2,20 kW	RZ 4x25 Al.	7	2,20	10,58	0,08	2,84	2,84
27	32	1	M	1	4,40 kW	RZ 4x25 Al.	5	4,40	21,17	0,11	2,87	2,87
27	33	1	M	1	4,40 kW	RZ 4x16 Al.	2	4,40	21,17	0,07	2,83	2,83
5	34	1	M	1	3,45 kW	RZ 4x16 Al.	8	3,45	16,60	0,22	1,26	1,26
6	35	1	T	1	17,32 kW	RZ 4x16 Al.	13	17,32	27,78	0,30	1,33	1,33
6	36	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	13	3,30	15,88	0,34	1,38	1,38
6	37	1	M	1	1,10 kW	RZ 4x16 Al.	18	1,10	5,29	0,16	1,19	1,19
6	38	1	M	1	2,20 kW	RZ 4x16 Al.	11	2,20	10,58	0,19	1,23	1,23
6	39	6	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	49	20,30	32,56	0,46	1,50	1,50
39	40	3	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	39	9,10	14,59	0,16	1,66	1,66
40	41	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	41	5,65	9,06	0,11	1,77	1,77
41	42	2	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	43	5,65	9,06	0,11	1,88	1,88
42	43	1	M	1	2,20 kW	RZ 3x25 / 54,6 Alm.	19	2,20	10,58	0,21	2,09	2,09
42	44	1	T	1	3,45 kW	RZ 4x16 Al.	29	3,45	5,53	0,13	2,01	2,01
39	45	1	T	0		RZ 3x50 / 54,6 Alm.	44	3,30	5,29	0,07	1,57	1,57
45	46	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x25 Al.	7	3,30	15,88	0,12	1,68	1,68
7	47	1	M	1	4,40 kW	RZ 4x16 Al.	9	4,40	21,17	0,31	1,35	1,35
7	48	1	M	1	5,75 kW	RZ 4x16 Al.	3	5,75	27,66	0,14	1,17	1,17
7	49	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	20	3,30	15,88	0,52	1,56	1,56
4	50	1	M	1	4,40 kW	RZ 4x16 Al.	7	4,40	21,17	0,24	1,28	1,28
8	51	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	9	3,30	15,88	0,24	1,27	1,27
8	52	4	M	1	5,50 kW	RZ 3x95 / 54,6 Alm.	7	16,70	80,35	0,17	1,21	1,21
52	53	1	T	1	3,30 kW	RZ 4x25 Al.	36	3,30	5,29	0,10	1,31	1,31
52	54	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	11	4,60	22,13	0,40	1,61	1,61
52	55	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x25 Al.	14	3,30	15,88	0,23	1,44	1,44
9	56	1	M	1	3,45 kW	RZ 4x25 Al.	11	3,45	16,60	0,19	1,23	1,23
9	57	1	M	1	3,45 kW	RZ 4x25 Al.	19	3,45	16,60	0,33	1,37	1,37
9	58	1	M	1	10,20 kW	RZ 3x95 / 54,6 Alm.	16	10,20	49,07	0,24	1,28	1,28
9	59	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	17	4,60	22,13	0,62	1,66	1,66
9	60	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	21	4,60	22,13	0,77	1,80	1,80
9	61	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	15	3,30	15,88	0,39	1,43	1,43
40	62	1	M	1	3,45 kW	RZ 4x25 Al.	17	3,45	16,60	0,30	1,96	1,96
39	63	1	M	1	4,60 kW	RZ 4x16 Al.	9	4,60	22,13	0,33	1,83	1,83
39	64	1	M	1	3,30 kW	RZ 4x16 Al.	7	3,30	15,88	0,18	1,68	1,68

Figura 4: Tabla de cálculos de baja tensión del circuito 2 de Tresviso con la potencia real de los clientes. Fuente: Elaboración propia

2 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

2.1 CAÍDAS DE TENSIÓN CIRCUITO DES SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El sistema de almacenamiento se conecta al CT 6806 TRESVISO mediante un cuadro BPC3.

La instalación queda definida por las siguientes características: Tensión de distribución: 400/230 V.

Condiciones de instalación: Bajo tubo. Potencia total simultánea: 138,5 kVA.

Conductores: El cable entre el transformador y el cuadro de acometida del contenedor será XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al.

Origen: Conversión aéreo-subterráneo proyectado en C.T.I. 6802 TRESVISO.

Coordenadas UTM del Origen: X: 394.071; Y: 4.793.631; Huso: 30.

Factor de potencia-cos ϕ : 0,90.

Max. caída de tensión admisible: 1,5 %.

Factor corrección de intensidad máxima en las condiciones de instalación previstas: 0,97.

N.º. de acometidas, sección: 1 / 240 Al.

N.º. de circuitos: 1.

La red de baja tensión consta de 5 tramos, todos se proyectan en conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al.

La potencia que se prevé transportar por la línea es $\leq 138,5$ kVA., y está limitada por las características de la red de baja tensión y los requisitos reglamentarios que ésta debe cumplir. Esta potencia es inferior a la potencia nominal del transformador (160 kVA.), pero muy superior a los picos de consumo registrados en el centro de transformación, que está en torno a 87 kVA.

2.1.1 Cálculo de los conductores por intensidad

Intensidad máxima admisible para 1 circuito en conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al. Considerando temperatura de terreno 25°C, profundidad 0,7 m, - y resistividad térmica 1,5 K.m/W, según Norma UNE 211435:2011, es de 305 A.

El coeficiente de corrección por profundidad de instalación según la misma norma es 0,97, con lo que la intensidad máxima admisible de conductores según instalación proyectada es de 295,85 A.

Según el apartado 5 de la ITC BT 40, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad. La intensidad máxima de diseño del conductor de la red de baja tensión será

$$I_{nominal} = 295,85 \times \frac{100}{125} = 236,68 \text{ A}$$

La intensidad nominal de la línea trifásica viene determinada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Dónde:

- I= intensidad nominal de la línea (A).
- P= Potencia (W).
- U= Tensión nominal de la red (V), siendo U=400 voltios para suministros trifásicos y U= 230 voltios para suministros monofásicos.
- Cos φ = factor de potencia. Cos φ = 0,9.

La potencia máxima a transportar será de 124.707,658 W considerando un coeficiente de Cos φ =0,9. Potencia limitada para cumplir criterios reglamentarios de caída de tensión.

Intensidad máxima a transportar = 200 A, ≤ a la intensidad máxima admisible del conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240)+1x150 Al., instalado en canalización subterránea en tubos hormigonados.

2.1.2 Cálculo de los conductores por caída de tensión

La caída de tensión en el circuito trifásico de baja tensión de conexión entre el centro de almacenamiento en baterías y el centro de transformación no será superior al 1,5% para la intensidad nominal, según lo dispuesto en el apartado 5 de la ITC-BT-40.

Dónde:

- $\Delta U\%$ = Caída de tensión (V).
- P = Potencia a transportar (kW). $P = 124,707$ kW.
- L = Longitud de la red (km). $L = 0,01$ km tramo 1, $L = 0.006$ km tramo 2, y $L = 0,092$ km tramo 3.
- R = Resistencia del conductor a 90 °C. (Ω/km). $R = 0,16 \Omega/\text{km}$
- X = Reactancia del cable (Ω/km). $X = 0,1 \Omega/\text{km}$.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia. $\cos \varphi = 0,9$.

Aplicando fórmulas:

$$P = (N^{\circ}\text{Clientes} \cdot P_{\text{base}}) \text{Coef}_{\text{simul}} + P_{\text{singular}}$$

$$P_{\text{SOLIC}} = (N^{\circ}\text{Clientes} \cdot P_{\text{base}} + P_{\text{Solic}}) \text{Coef}_{\text{simul}} + P_{\text{singular}}$$

$$I = \frac{P \cdot \text{Coef}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot 10^3} ; \text{Coeficiente: (3 para Monofásico, 1 para trifásico)}$$

$$\Delta U\% = \frac{M}{M_1 \cdot \text{Coef}} ; \text{Coeficiente: (6 para Monofásico, 1 para trifásico)}$$

$$M = P_{\text{SOLIC}} \cdot L$$

$$M_1 = \frac{1}{10} \frac{U^2}{R + X \tan \varphi}$$

Se presenta una tabla con los cálculos por tramo de la instalación proyectada para valorar si esa ubicación propuesta cumple con los estándares de caída de tensión:

La siguiente propuesta consta de 5 tramos

TRAMO				NODO FINAL		CONDUCTOR		POTENCIA (kW)	INTENSIDAD (A)	CAIDA TENSIÓN ACTUAL	
NODO INICIO	NODO FINAL	CLIENTES	TIPO	Nº CLIENTES	POT. SING.	ACTUAL	LONG. (Mts.)	ACTUAL	ACTUAL	Δ U %	U % Acumulada
0	1	2	T	0		RV 4x240 Al	8,7	149,50	239,76	0,17	0,17
1	2	2	T	0		RV 4x240 Al	18,15	149,50	239,76	0,35	0,52
2	3	2	T	1		RV 4x240 Al	13,51	149,50	239,76	0,26	0,79
3	4	1	T	0		RV 4x240 Al	8,72	144,00	230,94	0,16	0,95
4	5	1	T	1	138,50 kW	RV 4x240 Al	17,11	144,00	230,94	0,32	1,27

Figura 5: Cálculo de las caídas de tensión del sistema almacenamiento considerando potencia máxima de salida de la instalación. Fuente: Elaboración propia

Los cálculos no superan el 1,5% establecidos en el reglamento.

2.1.3 Cálculo de los conductores por intensidad de cortocircuito

Para cortocircuitos de duración no superior a 5 segundos, el tiempo "t" en que una intensidad de cortocircuito eleva la temperatura del conductor desde su temperatura máxima admisible en servicio normal, hasta la temperatura límite admisible, puede calcularse, en primera aproximación, por la fórmula:

$$I_{cc}^2 \times t = K^2 \times S^2$$

Operando:

$$S = \sqrt{\frac{I_{cc}^2 \times t}{K^2}}$$

Dónde:

- S= Sección del conductor de fase (mm^2)
- Icc= Valor eficaz de la intensidad de cortocircuito (A).
- t=Duración de cortocircuito(s). Característica de elementos de protección = <3s
- K=Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento. Este valor para conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado es de 93.

I_{cc} máxima será la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_T + \sum Z_L)}$$

Dónde:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (kA).
- Z_T = Impedancia del transformador (mΩ).
- Z_L = Impedancia de línea (mΩ).
- U = Tensión de línea (V). $U = 400$ V.

A la salida del transformador:

$Z_T = 40$ (mΩ).

$I_{cc} = 5,77$ kA.

En el cuadro de protección AC ZGR STOR. BPC3 a intercalar entre el transformador y el cuadro de baja tensión:

$Z_T + \sum Z_L = 41,19$ (mΩ).

$I_{cc} = 5,61$ kA.

En el cuadro de acometida del contenedor ZIGOR ESS 20:

$Z_T + \sum Z_L = 52,83$ (mΩ).

$I_{cc} = 4,37$ kA.

I_{cc} máxima admisible del conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al para tiempos de 5 segundos o inferiores ≥ 9981 kA., superior a la intensidad de cortocircuito máxima prevista en el circuito. Por lo tanto, para tiempos de corte iguales o inferiores a 5 segundos, el conductor será válido.

2.1.4 Protecciones

Para protección contra sobreintensidades se instalará un interruptor-seccionador magnetotérmico en los puentes de baja tensión entre trafo y cuadro de baja tensión, y otro en el cuadro de acometida del contenedor.

- Características de funcionamiento del dispositivo de protección.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,30 I_z$$

Dónde:

I_b = corriente de diseño del circuito.

I_z = corriente admisible del conductor

I_n = corriente nominal del dispositivo de protección, o intensidad de regulación seleccionada para dispositivos regulables.

I_2 = corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

El valor de I_2 se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

- $I_2 = 1,45 I_n$ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009).
- $I_2 = 1,30 I_n$ (para interruptores según UNE EN 60947-2).

$$200 \text{ A} \leq I_2 \leq 236,68 \text{ A.}$$

$$I_2 \leq 260 \text{ A.}$$

- Poder de corte del dispositivo de protección.

$$I_{cs} > I_{cc}$$

Dónde:

I_{cc} = intensidad máxima de cortocircuito prevista en el punto de la instalación del dispositivo de protección. $I_{cc} = 5.606,5 \text{ A}$.

I_{cs} = poder de corte del dispositivo.

Poder de corte será superior a $5.606,5 \text{ A}$.

- Tiempo de corte del dispositivo de protección.

Para cortocircuitos de una duración no superior a 5 s, el tiempo t máximo de duración de cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I}$$

Dónde:

t = duración de cortocircuito en segundos. S = sección en mm^2 .

I corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.

k = constante que toma los valores siguientes, tomados de la norma UNE HD 60364-4-43. ($k=143$).

$t=35,33$ s.

El tiempo de corte del dispositivo de protección será inferior a 5 segundos, por lo tanto, el tiempo máximo de duración del cortocircuito será inferior a 35, 33 segundos.

- Tipo de curva.

En interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas (IA modulares o magnetotérmicos) se definen tres clases de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n), cuyos valores normalizados son:

Curva B: $I_m = (3-5) I_n$. Curva C: $I_m = (5-10) I_n$. Curva D: $I_m = (10-20) I_n$.

El interruptor será de curva tipo D. $I_m = 10 \times 200 = 2.000$ A. $I_{cc \text{ min}} > I_m$

$4.371,5 > 2.000$ A.

2.1.5 PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

Los cálculos justificativos llevados a cabo en este apartado, para el dimensionado del sistema de puesta a tierra del centro de almacenamiento de energía objeto del presente proyecto, tienen su base en lo expuesto a continuación.

El proceso de cálculo emplea como base los datos facilitados por la compañía suministradora referentes a las características de sus instalaciones. Como valores principales entre los facilitados, destacan los siguientes:

- Intensidad máxima de defecto.
- Reactancia capacitiva.
- Tiempo de duración del defecto.

A mayores de los datos dependientes de parámetros de las instalaciones eléctricas, se estiman datos de resistividades del terreno (media y superficial) en base a estudios de resistencias llevados a cabo en el emplazamiento donde se pretende ubicar el centro de almacenamiento de energía en edificio prefabricado.

A través del empleo de los datos mencionados (tanto de las instalaciones como del terreno), se procede a la estimación de los valores de tensiones de paso y contacto admisibles. Dichas estimaciones son llevadas a cabo en base a las fórmulas expuestas a continuación.

➤ Tensión de paso admisible

$$V_{padm.} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

➤ Tensión de contacto admisible

$$V_{padm.} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_s}{1000} \right]$$

Donde:

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada (figura 1 de la ITC-RAT 13) [V]

R_{a1} = Resistencia del calzado [Ω]

ρ_s = Resistividad superficial del terreno [$\Omega \cdot m$]

Con los parámetros descritos calculados, se lleva a cabo la elección del tipo de elemento de puesta a tierra y a continuación el dimensionado del mismo. Para dicho dimensionado se llevan a cabo todas las comprobaciones exigidas por la normativa vigente a efectos de garantizar:

Seguridad de las personas.

Protección del material.

Limitación de la corriente de defecto.

Para ello, entre las características cumplidas por el electrodo de puesta a tierra se encuentran las siguientes:

Tensión de paso calculada $\leq$ Tensión de paso máxima admisible.

Tensión de contacto calculada $\leq$ Tensión contacto máxima admisible.

Nivel de aislamiento de B.T. $\geq$ Tensión de defecto.

Intensidad de defecto $>$ Intensidad de arranque de protecciones.

Tensión inducida máxima en tierra de neutro ≤ 1.000 V.

Resistencia global máxima de la puesta a tierra del neutro considerando todas las tomas de tierra existentes $\leq 37 \Omega$.

2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN RENOVABLE

El sistema de generación renovable consta de 168 placas conectados a un inversor Canadian solar que puede proporcionar un máximo de 110kW de potencia en trifásico.

La instalación queda definida por las siguientes características:

Tensión de distribución: 400/230 V.

Condiciones de instalación: Bajo tubo. Potencia total simultánea: 110 kVA.

Conductores: El cable entre el CBT2 y el inversor Canadian Solar será XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al.

Origen: Conversión aéreo-subterráneo proyectado en C.T.I. 6802 TRESVISO.

Coordenadas UTM del Origen: X: 394.071; Y: 4.793.631; Huso: 30.

Factor de potencia-cos ϕ : 0,90.

Max. caída de tensión admisible: 5 %.

Factor corrección de intensidad máxima en las condiciones de instalación previstas:

0,97. N.º. de acometidas, sección: 1 / 240 Al.

N.º. de circuitos: 1.

La red de baja tensión consta de x tramos, todos se proyectan en conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al.

La instalación proyectada consta de 15 tramos que conformar 285,93m en total. En el anexo de planos se muestra más detallado el recorrido de la canalización

La potencia que se prevé transportar por la línea es ≤ 124 kVA., y está limitada por las características de la red de baja tensión y los requisitos reglamentarios que ésta debe cumplir. Esta potencia es inferior a la potencia nominal del transformador (160 kVA.), pero muy superior a los picos de consumo registrados en el centro de transformación, que está en torno a 87 kVA

2.2.1 Cálculo de los conductores por intensidad

Intensidad máxima admisible para 1 circuito en conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al. Considerando temperatura de terreno 25°C, profundidad 0,7 m, y resistividad térmica 1,5 K.m/W, según Norma UNE 211435:2011, es de 305 A.

El coeficiente de corrección por profundidad de instalación según la misma norma es 0,97, con lo que la intensidad máxima admisible de conductores según instalación proyectada es de 295,85 A.

Según el apartado 5 de la ITC BT 40, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad. La intensidad máxima de diseño del conductor de la red de baja tensión será:

$$I_{nominal} = 295,85 \times \frac{100}{125} = 236,68 \text{ A}$$

La intensidad nominal de la línea trifásica viene determinada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Dónde:

- I= intensidad nominal de la línea (A).
- P= Potencia (W).

- U = Tensión nominal de la red (V), siendo $U=400$ voltios para suministros trifásicos y $U= 230$ voltios para suministros monofásicos.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia. $\cos \varphi = 0,9$.

La potencia máxima a transportar será de 124.707,658 W considerando un coeficiente de $\cos \varphi=0,9$. Potencia limitada para cumplir criterios reglamentarios de caída de tensión.

Intensidad máxima a transportar = 200 A, $\leq$ a la intensidad máxima admisible del conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al., instalado en canalización subterránea en tubos hormigonados.

2.2.2 Cálculo de los conductores por caída de tensión

La caída de tensión en el circuito trifásico de baja tensión de conexión entre el centro de almacenamiento en baterías y el centro de transformación no será superior al 1,5% para la intensidad nominal, según lo dispuesto en el apartado 5 de la ITC-BT-40.

Dónde:

- $\Delta U\%$ = Caída de tensión (V).
- P = Potencia a transportar (kW). $P= 124,707$ kW.
- L = Longitud de la red (km). $L= 0,01$ km tramo 1, $L= 0.006$ km tramo 2, y $L= 0,092$ km tramo 3.
- R = Resistencia del conductor a 90 °C. (Ω/km). $R= 0,16 \Omega/\text{km}$
- X = Reactancia del cable (Ω/km). $X= 0,1 \Omega/\text{km}$.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia. $\cos \varphi = 0,9$.

Aplicando fórmulas:

$$P = (N^{\circ}\text{Clientes} \cdot P_{base})Coef_{simul} + P_{singular}$$

$$P_{SOLIC} = (N^{\circ}\text{Clientes} \cdot P_{base} + P_{Solic})Coef_{simul} + P_{singular}$$

$$I = \frac{P \cdot Coef}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot 10^3} ; \text{Coeficiente: (3 para Monofásico, 1 para trifásico)}$$

$$\Delta U\% = \frac{M}{M_1 \cdot Coef} ; \text{Coeficiente: (6 para Monofásico, 1 para trifásico)}$$

$$M = P_{SOLIC} \cdot L$$

$$M_1 = \frac{1}{10} \frac{U^2}{R + X \tan \varphi}$$

Dónde:

$\Delta U\%$ = Caída de tensión (V).

P = Potencia a transportar (kW). P = 124,707 kW.

R = Resistencia del conductor a 90 °C. (Ω/km). R = 0,16 Ω/km

X = Reactancia del cable (Ω/km). X = 0,1 Ω/km .

Cos ϕ = factor de potencia. Cos ϕ = 0,9.

Aplicando el cálculo de caídas de tensión a esta línea proyectada obtenemos la tabla de caídas de tensión proyectadas:

TRAMO				NODO FINAL		CONDUCTOR		POTENCIA (kW)	INTENSIDAD (A)	CAIDA TENSIÓN a	
NODO INICIO	NODO FINAL	CLIENTES	TIPO	Nº CLIENTES	POT. SING.	ACTUAL	LONG. (Mts.)	ACTUAL	ACTUAL	$\Delta U \%$	U % Acumulada
0	1	1	T	0		RV 4x240 Al	5	110,00	176,41	0,07	0,07
1	2	1	T	0		RV 4x240 Al	2	110,00	176,41	0,03	0,10
2	3	1	T	0		RV 4x240 Al	16,2	110,00	176,41	0,23	0,33
3	4	1	T	0		RV 4x240 Al	22,02	110,00	176,41	0,32	0,65
4	5	1	T	0		RV 4x240 Al	24,9	110,00	176,41	0,36	1,00
5	6	1	T	0		RV 4x240 Al	21,08	110,00	176,41	0,30	1,31
6	7	1	T	0		RV 4x240 Al	19,02	110,00	176,41	0,27	1,58
7	8	1	T	0		RV 4x240 Al	36,65	110,00	176,41	0,53	2,10
8	9	1	T	0		RV 4x240 Al	25,61	110,00	176,41	0,37	2,47
9	10	1	T	0		RV 4x240 Al	22,63	110,00	176,41	0,32	2,80
10	11	1	T	0		RV 4x240 Al	23,22	110,00	176,41	0,33	3,13
11	12	1	T	0		RV 4x240 Al	18,16	110,00	176,41	0,26	3,39
12	13	1	T	0		RV 4x240 Al	13,51	110,00	176,41	0,19	3,58
13	14	1	T	0		RV 4x240 Al	8,82	110,00	176,41	0,13	3,71
14	15	1	T	1	110,00 kW	RV 4x240 Al	17,11	110,00	176,41	0,25	3,95

Figura 6: Cálculo de las caídas de tensión de la planta solar fotovoltaica utilizando la potencia máxima

El resultado obtenido es una caída máxima de 3.95%. Debido a que la generación fotovoltaica se va a verter a la red para la carga del sistema de almacenamiento no supone un problema, sin embargo, nuestros cálculos de la potencia que debemos sacar estarán condicionada por esta pérdida por caída de tensión.

2.2.3 Cálculo de los conductores por intensidad de cortocircuito

Para cortocircuitos de duración no superior a 5 segundos, el tiempo "t" en que una intensidad de cortocircuito eleva la temperatura del conductor desde su temperatura máxima admisible en servicio normal, hasta la temperatura límite admisible, puede calcularse, en primera aproximación, por la fórmula:

$$I_{cc}^2 \times t = K^2 \times S^2$$

Operando:

$$S = \sqrt{\frac{I_{cc}^2 \times t}{K^2}}$$

Dónde:

- S= Sección del conductor de fase (mm^2)
- I_{cc} = Valor eficaz de la intensidad de cortocircuito (A).
- t=Duración de cortocircuito(s). Característica de elementos de protección $\leq 3s$
- K=Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento. Este valor para conductores de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado es de 93.
- I_{cc} máxima será la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (Z_T + \sum Z_L)}$$

Dónde:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (kA).
- Z_T = Impedancia del transformador ($m\Omega$).
- Z_L = Impedancia de línea ($m\Omega$).
- U= Tensión de línea (V). U= 400 V.

A la salida del transformador:

$Z_T = 40 (m\Omega)$.

$I_{cc} = 5,77 \text{ kA}$.

En el C.B.T. 2 del transformador y el cuadro de baja tensión:

$Z_T + \sum Z_L = 41,19 (m\Omega)$.

$I_{cc} = 5,61 \text{ kA}$.

En el inversor:

$Z_T + \sum Z_L = 52,83 \text{ (m}\Omega\text{)}$.

$I_{cc} = 4,37 \text{ kA}$.

I_{cc} máxima admisible del conductor XZ1 0,6/1 kV 3(1x240) +1x150 Al para tiempos de 5 segundos o inferiores $\geq 9981 \text{ kA}$., superior a la intensidad de cortocircuito máxima prevista en el circuito. Por lo tanto, para tiempos de corte iguales o inferiores a 5 segundos, el conductor será válido.

2.2.4 Protecciones

Para protección contra sobreintensidades se instalará un interruptor-seccionador magnetotérmico entre el cuadro de baja tensión y en el inversor.

Características de funcionamiento del dispositivo de protección.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

La caída potencia máxima que pueden transportar este cable es de 124.707,658 W con una intensidad admisible máxima de 236,68 A

- Características de funcionamiento del dispositivo de protección.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,30 I_z$$

Dónde:

I_b = corriente de diseño del circuito.

I_z = corriente admisible del conductor

I_n = corriente nominal del dispositivo de protección, o intensidad de regulación seleccionada para dispositivos regulables.

I_2 = corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

El valor de I_2 se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

- $-I_2 = 1,45 I_n$ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009).
- $-I_2 = 1,30 I_n$ (para interruptores según UNE EN 60947-2).

$200 A \leq 200 A \leq 236,68 A$.

$I_2 \leq 260 A$.

- Poder de corte del dispositivo de protección.

$I_{cs} > I_{cc}$

Dónde:

I_{cc} = intensidad máxima de cortocircuito prevista en el punto de la instalación del dispositivo de protección. $I_{cc} = 5.606,5 A$.

I_{cs} = poder de corte del dispositivo.

Poder de corte será superior a 5.606,5 A.

- Tiempo de corte del dispositivo de protección.

Para cortocircuitos de una duración no superior a 5 s, el tiempo t máximo de duración de cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I}$$

Dónde:

t = duración de cortocircuito en segundos. S = sección en mm^2 .

I corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.

k = constante que toma los valores siguientes, tomados de la norma UNE HD 60364-4-43. ($k=143$).

$t=35,33 s$.

El tiempo de corte del dispositivo de protección será inferior a 5 segundos, por lo tanto, el tiempo máximo de duración del cortocircuito será inferior a 35, 33 segundos.

- Tipo de curva.

En interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas (IA modulares o magnetotérmicos) se definen tres clases de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n), cuyos valores normalizados son:

Curva B: $I_m = (3-5) I_n$. Curva C: $I_m = (5-10) I_n$. Curva D: $I_m = (10-20) I_n$.

El interruptor será de curva tipo D. $I_m = 10 \times 200 = 2.000 \text{ A}$. $I_{cc \text{ min}} > I_m$

$4.371,5 > 2.000 \text{ A}$.

2.2.5 Cálculos de la instalación solar fotovoltaica en la parte de D.C.

Para conectar los paneles al inversor se ha elegido el conductor $2 \times 1 \times 6 \text{ mm}^2$ H1Z2Z2 1500V.

Según las tablas de intensidades máximas admisibles para dos conductores y sección 6 mm^2 podemos llevar un máximo de 44A, teniendo en cuenta que utilizaremos el método de instalación D, siendo:

-Cables en el interior de conductos de plástico, loza o metálicos instalados en contacto directo con el terreno.

De esta manera tendremos una intensidad máxima admisible a la calculada en el ANEXO III de cálculos de instalaciones fotovoltaicas.

En cuanto a los tramos dentro de la instalación podemos diferenciar entre 9 ramas que 8 de ellas portan 18 paneles en serie y una novena rama con 8 paneles.

Los tramos se dividen de la siguiente manera

$L_1 = 164 \text{ m}$

$L_2 = 160 \text{ m}$

$L_3 = 156 \text{ m}$

$L_4 = 152 \text{ m}$

$L_5 = 148 \text{ m}$

$L_6 = 144 \text{ m}$

$L_7 = 127 \text{ m}$

$L_8 = 230 \text{ m}$

$L_9 = 66 \text{ m}$

Las máximas caídas de tensión si el sistema estuviera a plena potencia son las siguientes para cada tramo:

Para el cálculo de la caída de tensión en DC aplicamos la siguiente fórmula:

$$\Delta U(\%) = \frac{M * K(\Omega) * I(A) * 3,28 * L(m)}{CM(kcmils)}$$

M: multiplicador de fase, número de conductores, en DC son 2

K: constante de corriente continua 12,9 ohmios para conductor de cobre

I: intensidad de la corriente del circuito en amperios

L: longitud en pies, para pasar a pies, multiplicamos el valor de los metros por un factor 3,28

CM= área de sección transversal en milésimas circulares, 52540 en nuestro caso para sección de 6mm²

RAMA	LONGITUD	Δ U	Δ U %
1	164	3,5434488	0,236%
2	160	3,45702322	0,230%
3	156	3,37059764	0,225%
4	152	3,28417206	0,219%
5	148	3,19774648	0,213%
6	144	3,1113209	0,207%
7	127	2,74401218	0,183%
8	230	4,96947088	0,331%
9	66	1,42602208	0,095%

La suma de todas las caídas de tensión será del 1,940% de toda la instalación. No superior al 5% reglamentario.

ANEXO II

**CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA
DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA**

I N D I C E

1 DATOS GENERALES	1
2 TABLAS DE IRRADIANCIA Y ENERGÍA	1
3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES	5

1.DATOS GENERALES

Los datos de la irradiancia por horas en todo el año de 2020 son obtenidos mediante PVGIS con las coordenadas de TRESVISO en la parcela afectada. Indicada en el apartado de derechos y bienes afectados en la memoria, con coordenadas UTM de la planta renovable: X: 394.071; Y: 4.793.631; Huso: 30.

2.TABLAS DE IRRADIANCIA Y ENERGÍA

De tal manera que se obtiene la media por horas de cada mes en wh/m^2 , representada en la siguiente figura:

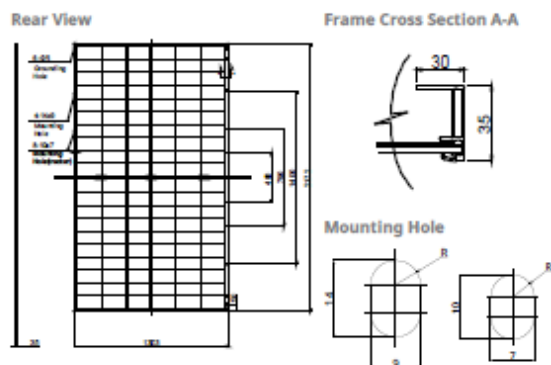
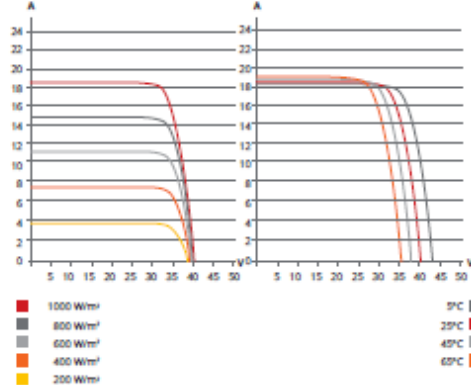
Hora	Invierno UTC+1			Verano UTC+2							Invierno UTC+1	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,53	15,68	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	24,68	71,08	77,73	66,88	34,53	4,32	0,00	0,00	0,00
7:00	0,00	0,00	72,74	145,24	212,70	185,93	202,26	168,60	134,78	42,55	0,00	0,00
8:00	15,16	132,32	254,50	279,74	397,28	334,09	356,43	324,78	305,07	198,60	59,76	10,89
9:00	164,10	390,58	412,29	379,00	556,00	416,36	517,00	521,99	451,72	310,17	316,04	72,05
10:00	410,64	564,46	537,78	445,36	634,21	455,88	627,20	584,08	639,03	429,62	459,93	269,43
11:00	492,09	701,00	627,68	498,87	721,87	477,70	700,69	650,60	710,42	488,13	576,89	308,22
12:00	551,66	725,82	669,29	439,48	738,56	474,95	722,13	580,48	691,91	443,52	617,90	343,07
13:00	480,70	671,16	662,34	410,74	738,75	429,33	696,56	515,01	630,50	478,88	514,91	333,82
14:00	369,82	594,51	580,94	362,73	626,03	409,16	590,33	477,85	532,22	366,57	420,62	249,76
15:00	206,40	448,74	443,94	302,55	526,73	337,00	456,29	395,03	438,27	279,28	162,96	66,04
16:00	39,20	233,13	280,22	187,70	372,02	225,79	360,44	270,93	299,75	102,39	31,04	22,48
17:00	0,00	27,00	65,05	124,82	209,64	167,50	243,35	180,50	86,55	16,52	0,00	0,00
18:00	0,00	0,00	7,15	35,94	60,58	69,31	82,33	50,51	12,50	0,00	0,00	0,00
19:00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,69	25,28	28,44	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Se calcula la irradiancia total por mes como la suma de todas las medias de las horas diarias, cambiamos las unidades a kWh/m^2 y finalmente por mes.

Irradiancia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
wh/m ²	2729,06	4488,79	4613,91	3636,85	5880,65	4101,69
kWh/m ²	2,76	4,48	4,61	3,63	5,88065548	4,10
kW						
mes/m ²	84,62	130,17	138,41	112,74	182,30	123,05
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	5653,83	4758,53	4937,04	3156,23	3160,05	1675,75
	5,65	4,75	4,93	3,15	3,16	1,67
	175,26	142,75	148,11	97,84	94,80	51,94

Una vez obtenidos estos datos debemos de calcular la potencia que obtenemos del sol diaria y mensual. Para ello se necesitan los datos del panel solar.

Se ha elegido el modelo Canadian solar BiHiKu7 BIFACIAL MONO PERC CS7L-605MB-AG con la ficha técnica que ofrece los siguientes datos necesarios para calcular el siguiente apartado:

ENGINEERING DRAWING (mm)**CS7L-580MB-AG / I-V CURVES****ELECTRICAL DATA | STC***

		Nominal Max. Power (P _{max})	Opt. Operating Voltage (V _{mp})	Opt. Operating Current (I _{mp})	Open Circuit Voltage (V _{oc})	Short Circuit Current (I _{sc})	Module Efficiency
CS7L-570MB-AG		570 W	33.7 V	16.93 A	40.1 V	18.17 A	20.1%
Bifacial Gain**	5%	599 W	33.7 V	17.78 A	40.1 V	19.08 A	21.2%
	10%	627 W	33.7 V	18.62 A	40.1 V	19.99 A	22.2%
	20%	684 W	33.7 V	20.32 A	40.1 V	21.80 A	24.2%
CS7L-575MB-AG		575 W	33.9 V	16.97 A	40.3 V	18.22 A	20.3%
Bifacial Gain**	5%	604 W	33.9 V	17.82 A	40.3 V	19.13 A	21.3%
	10%	633 W	33.9 V	18.68 A	40.3 V	20.04 A	22.4%
	20%	690 W	33.9 V	20.36 A	40.3 V	21.86 A	24.4%
CS7L-580MB-AG		580 W	34.1 V	17.02 A	40.5 V	18.27 A	20.5%
Bifacial Gain**	5%	609 W	34.1 V	17.87 A	40.5 V	19.18 A	21.5%
	10%	638 W	34.1 V	18.72 A	40.5 V	20.10 A	22.5%
	20%	696 W	34.1 V	20.42 A	40.5 V	21.92 A	24.6%
CS7L-585MB-AG		585 W	34.3 V	17.06 A	40.7 V	18.32 A	20.7%
Bifacial Gain**	5%	614 W	34.3 V	17.91 A	40.7 V	19.24 A	21.7%
	10%	644 W	34.3 V	18.78 A	40.7 V	20.15 A	22.8%
	20%	702 W	34.3 V	20.47 A	40.7 V	21.98 A	24.8%
CS7L-590MB-AG		590 W	34.5 V	17.11 A	40.9 V	18.37 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	620 W	34.5 V	17.98 A	40.9 V	19.29 A	21.9%
	10%	649 W	34.5 V	18.82 A	40.9 V	20.21 A	22.9%
	20%	708 W	34.5 V	20.53 A	40.9 V	22.04 A	25.0%
CS7L-595MB-AG		595 W	34.7 V	17.15 A	41.1 V	18.42 A	21.0%
Bifacial Gain**	5%	625 W	34.7 V	18.02 A	41.1 V	19.34 A	22.1%
	10%	655 W	34.7 V	18.88 A	41.1 V	20.26 A	23.1%
	20%	714 W	34.7 V	20.58 A	41.1 V	22.10 A	25.2%
CS7L-600MB-AG		600 W	34.9 V	17.20 A	41.3 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	630 W	34.9 V	18.06 A	41.3 V	19.39 A	22.3%
	10%	660 W	34.9 V	18.92 A	41.3 V	20.32 A	23.3%
	20%	720 W	34.9 V	20.64 A	41.3 V	22.16 A	25.4%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C. Measurement uncertainty: ±3 % (P_{max}).

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1000 V (IEC)
Module Fire Performance	CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 5 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $\frac{P_{max,back} - P_{max,front}}{P_{max,front}}$, both $P_{max,back}$ and $P_{max,front}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

Canadian Solar MSS (Australia) Pty Ltd.

44 Stephenson St, Cremorne VIC 3121, Australia, sales.au@csisolar.com, www.csisolar.com/au

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (P _{max})	Opt. Operating Voltage (V _{mp})	Opt. Operating Current (I _{mp})	Open Circuit Voltage (V _{oc})	Short Circuit Current (I _{sc})
CS7L-570MB-AG	427 W	31.6 V	13.52 A	37.9 V	14.65 A
CS7L-575MB-AG	431 W	31.8 V	13.56 A	38.1 V	14.69 A
CS7L-580MB-AG	435 W	32.0 V	13.60 A	38.3 V	14.73 A
CS7L-585MB-AG	439 W	32.2 V	13.64 A	38.5 V	14.77 A
CS7L-590MB-AG	442 W	32.3 V	13.70 A	38.7 V	14.80 A
CS7L-595MB-AG	446 W	32.5 V	13.73 A	38.8 V	14.85 A
CS7L-600MB-AG	450 W	32.7 V	13.77 A	39.0 V	14.89 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	2172 x 1303 x 35 mm (85.5 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	34.6 kg (76.3 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length*
Connector	PV-KST4/xy-UR, PV-KBT4/xy-UR (IEC 1000 V) or T4-PC-1 (IEC 1500 V) or PV-KST4-EVO2/XY, PV-KBT4-EVO2/XY (IEC 1500 V)

Per Pallet 31 pieces

Per Container (40' HQ) 527 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

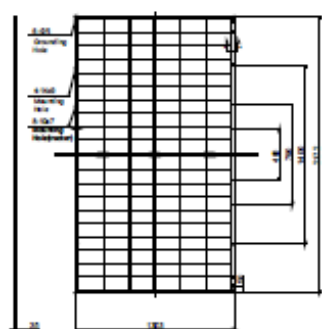
TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

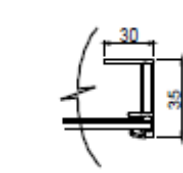
PARTNER SECTION

ENGINEERING DRAWING (mm)

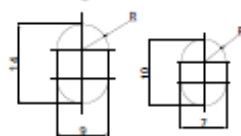
Rear View



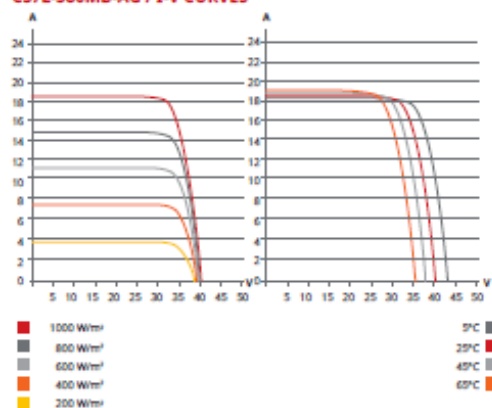
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS7L-580MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (P _{max})	Opt. Operating Voltage (V _{mp})	Opt. Operating Current (I _{mp})	Open Circuit Voltage (V _{oc})	Short Circuit Current (I _{sc})	Module Efficiency
CS7L-605MB-AG		605 W	35.1 V	17.25 A	41.5 V	18.52 A	21.4%
	Bifacial Gain**	5% 635 W	35.1 V	18.11 A	41.5 V	19.45 A	22.4%
		10% 666 W	35.1 V	18.98 A	41.5 V	20.37 A	23.5%
CS7L-610MB-AG		20% 726 W	35.1 V	20.70 A	41.5 V	22.22 A	25.7%
		610 W	35.3 V	17.29 A	41.7 V	18.57 A	21.6%
	Bifacial Gain**	5% 641 W	35.3 V	18.15 A	41.7 V	19.50 A	22.6%
		10% 671 W	35.3 V	19.02 A	41.7 V	20.43 A	23.7%
		20% 732 W	35.3 V	20.75 A	41.7 V	22.28 A	25.9%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C. Measurement uncertainty: ±3 % (P_{max}).

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1000 V (IEC)
Module Fire Performance	CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 5 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = P_{max,back} / P_{max,front}, both P_{max,back} and P_{max,front} are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (P _{max})	Opt. Operating Voltage (V _{mp})	Opt. Operating Current (I _{mp})	Open Circuit Voltage (V _{oc})	Short Circuit Current (I _{sc})
CS7L-605MB-AG	454 W	32.9 V	13.80 A	39.2 V	14.93 A
CS7L-610MB-AG	457 W	33.1 V	13.83 A	39.4 V	14.97 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	2172 x 1303 x 35 mm (85.5 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	34.6 kg (76.3 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length*
Connector	PV-KST4/xy-UR, PV-KBT4/xy-UR (IEC 1000 V) or T4-PC-1 (IEC 1500 V) or PV-KST4-EVO2/XY, PV-KBT4-EVO2/XY (IEC 1500 V)
Per Pallet	31 pieces
Per Container (40' HQ)	527 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

En nuestro caso nos interesan estos datos de la ficha:

Canadian solar BiHiKu7 BIFACIAL MONO PERC CS7L-605MB-AG				
Datos Panel solar				
Rendimiento panel	Área(m ²)	Potencia panel(kW)		
21,60%	2,83	0,61	4,639534	kWm ² /kWp

-Temperatura de operación: -40°C, +85°C

-Tensión máxima del sistema: 1500/1000V

-Intensidad máxima en serie por panel: 35^a

Se aplica un coeficiente de rendimiento solar que oscila entre 0,7 y 0,8 Para calcular la potencia solar se aplica la siguiente fórmula:

$$P = [I(\text{irradiancia}) * (\text{rendimiento panel}) * (\text{área panel} / \text{pot panel}) * (\text{rendimiento panel}) * \text{rendimiento solar}] / 1000$$

Aplicando la siguiente fórmula se obtiene la siguiente tabla:

Rendimiento	0,79	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,71	0,71	0,73	0,75	0,78	0,79
	Invierno UTC+1			Verano UTC+2							Invierno UTC+1	
Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,06	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
7:00	0,00	0,00	0,06	0,11	0,16	0,13	0,14	0,12	0,10	0,03	0,00	0,00
8:00	0,01	0,10	0,19	0,21	0,29	0,24	0,25	0,23	0,22	0,15	0,05	0,01
9:00	0,13	0,31	0,31	0,28	0,41	0,30	0,37	0,37	0,33	0,23	0,25	0,06
10:00	0,33	0,44	0,41	0,33	0,46	0,33	0,45	0,42	0,47	0,32	0,36	0,21
11:00	0,39	0,55	0,48	0,37	0,53	0,34	0,50	0,46	0,52	0,37	0,45	0,24
12:00	0,44	0,57	0,51	0,33	0,54	0,34	0,51	0,41	0,51	0,33	0,48	0,27
13:00	0,38	0,52	0,50	0,31	0,54	0,31	0,50	0,37	0,46	0,36	0,40	0,26
14:00	0,29	0,46	0,44	0,27	0,46	0,30	0,42	0,34	0,39	0,28	0,33	0,20
15:00	0,16	0,35	0,34	0,23	0,39	0,24	0,32	0,28	0,32	0,21	0,13	0,05
16:00	0,03	0,18	0,21	0,14	0,27	0,16	0,26	0,19	0,22	0,08	0,02	0,02
17:00	0,00	0,02	0,05	0,09	0,15	0,12	0,17	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00
18:00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
19:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

De la tabla podemos obtener la potencia solar por día y por mes:

kWh día	2,1611	3,5087	3,5141	2,7335	4,3021	2,9595	4,0228	3,3858	3,6118	2,3722	2,4701	1,3267
kWh												
mes	66,995	101,75	105,42	84,738	133,36	88,786	124,71	101,57	108,35	73,539	74,104	41,127

3.CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES

El cálculo del número de placas que queremos utilizar va en función de la velocidad que debemos cargar el sistema de almacenamiento, teniendo estas una potencia de 250kWh. En nuestro caso se espera que las baterías se carguen en 8 o 16h para satisfacer la demanda de carga de las baterías.

Se debe escoger un inversor que satisfaga las condiciones de la red.

Se ha elegido el inversor de la misma marca Canadian Solar. Con una tensión máxima de entrada de 1000v y una intensidad de cortocircuito de 400A. con 20MPPT lo que nos permite insertar más placas solares en los terminales del inversor.

Su ficha técnica es la siguiente:

SYSTEM/TECHNICAL DATA		
MODEL NAME	CSI-100K-T400GL02-E	CSI-110K-T400GL02-E
DC INPUT		
Max. PV Power	140 kW	140 kW
Max. DC Input Voltage	1100 V _{DC}	
Start-up DC Input Voltage/Power	195 V _{DC}	
Number of MPP Trackers	10	
MPPT Voltage Range	180 - 1000 V _{DC}	
Max. Input Current (Imp)	260 A (26 A per MPPT)	
Max. Short Circuit Current (Isc)	400 A (40 A per MPPT)	
Number of DC Inputs	20 (2 per MPPT)	
DC Switch	Integrated	
AC OUTPUT		
Rated AC Output Power	100 kW	110 kW
Max. AC Output Power	110 kW	121 kW
Rated Output Voltage*	220 / 380 V _{AC} , 230 / 380 V _{AC}	
Grid Connection Type	3W / N / PE	
Rated Grid Output Current	152.0 A	167.1 A
Max Output Current	167.1 A	183.8 A
Rated Output Frequency	50 / 60 Hz	
Output Frequency Range*	47 - 52 / 57 - 62 Hz	
Power Factor	> 0.99 (0.8 leading ... 0.8 lagging)	
Current THD	< 3 %	
DC Injection Current	< 0.5 % of Rated Grid Output Current	
SYSTEM		
Max. Efficiency	98.7 %	
EU Efficiency	98.3 %	
Night Consumption	< 2 W	
Anti-PID Module	Optional	
ENVIRONMENT		
Protection Degree	IP66	
Cooling	Intelligent Redundant Cooling	
Operating Temperature Range	-25 °C to +60 °C	
Storage Temperature Range	-40 °C to +70 °C	
Operating Humidity	0 - 100 % condensing	
Operating Altitude	4000 m	
Audible Noise	< 65 dBA @ 1 m	
DISPLAY AND COMMUNICATION		
Display	LCD, 2 × 20 Z	
Communication	RS485 / WIFI Optional	
MECHANICAL DATA		
Dimensions (W / H / D)	1065 x 567 x 344.5 mm	
Weight	84 kg	
Installation Angle	0-15 Degrees from Vertical	
DC Inputs	MC4	
SAFETY		
Safety and EMC Standard	IEC 62109-1/2, IEC 61000-6-2/4	
Grid Standard	IEC 62116, IEC 61727, EN 50549-1	

*The "Rated Output Voltage Range" and "Output Frequency Range" may differ according to specific grid standard.

Se calculan los números de paneles en serie que se pueden permitir:

Para ello necesitamos de la ficha la temperatura de funcionamiento para la temperatura máxima y mínima del panel, para condiciones estándar de medida $G=1000\text{W/m}^2$ y Temperatura ambiente 20°C :

$$T_{\text{panel}} = T_a + G \times \frac{(T_{\text{onc}} - 20)}{(800)}; \text{para } T_{\text{onc}} = 41 \pm 3$$

En la ficha de datos del fabricante tenemos las temperaturas de funcionamiento ya calculadas:

Tmax panel	80°C
Tmin panel	-40°C

Se calculan las tensiones de circuito abierto máximo con los datos de la tensión de circuito abierto del panel en la ficha; y con beta siendo $\beta (\%/^\circ\text{C}) = -0,26\%/^\circ\text{C}$

$$V_{oc} = V_{oc} \cdot (1 + \beta \cdot (T_{cel} - 20))$$

Siendo:

Voc,max	38,2 V
Voc,min	48,21 V

El cálculo de los paneles que podemos poner en serie no debe de sobrepasar la tensión máxima establecida por el inversor, que en nuestro caso es de 1000V, se escoge el valor más alto de tensión obtenido con los datos de temperatura máxima y mínima, en este caso, el resultado de la tensión más alta es para la temperatura de -40°C . La tensión máxima que admite el inversor son 1000V

$$N \text{ paneles serie} = \frac{V_{c \text{ max}}}{V_{oc \text{ máx}}} = \frac{1000}{48,21} = \sim 20 \text{ paneles en serie}$$

El cálculo de los paneles máximos en paralelo sigue el mismo procedimiento, pero con intensidades. $\alpha(\%/^\circ\text{C}) = 0,05\%/^\circ\text{C}$

$$I_{sc} = I_{sc \text{ panel}} \cdot (1 + (0,0005) \cdot I_{sc \text{ inversor}} \cdot (T_c - 20))$$

Isc,max	19,1193 A
Isc,min	18,0207 A

$$\text{Paneles en paralelo} = \frac{I_{sc} \text{ inversor}}{I_{sc} \text{ max}} = \frac{35}{19,11} = 1,83 \sim 1 \text{ panel en paralelo}$$

Al estar limitados por solo un panel en paralelo debemos poner los demás en serie.

Para hallar el número de placas para que carguen el sistema de almacenamiento consideramos que para el mes de menor producción sea de 16 horas (2 días) si consideramos solo la producción fotovoltaica.

En este sentido vamos a utilizar un número de placas que se va calculando, aproximándonos a nuestro objetivo. Como tenemos un máximo de 20 entradas podríamos utilizar hasta 400 placas solares, pero el inversor solo permite un máximo de 110kW de potencia de salida y 140kW en el lado DC, lo que serían un máximo de 229 paneles.

En nuestro caso el número óptimo para cumplir el objetivo es de 168 paneles solares, que se ha calculado de la siguiente manera:

Pot placa=0,61kW (no se tiene en cuenta el rendimiento de la bifacialidad)

Potencia instalada total =168*0,61=102,48kW

Para hallar la potencia real del sistema de generación elaboramos una tabla por horas de la producción:

kWh día	Invierno UTC+1			Verano UTC+2							Invierno UTC+1	
Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	1,16	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	1,90	5,33	5,75	4,88	2,52	0,32	0,00	0,00	0,00
7:00	0,00	0,00	5,68	11,19	15,95	13,75	14,75	12,29	10,10	3,28	0,00	0,00
8:00	1,23	10,60	19,86	21,55	29,78	24,70	25,99	23,68	22,87	15,30	4,79	0,88
9:00	13,31	31,29	32,18	29,19	41,68	30,79	37,70	38,06	33,87	23,89	25,32	5,85
10:00	33,32	45,22	41,97	34,30	47,55	33,71	45,73	42,59	47,91	33,09	36,84	21,86
11:00	39,92	56,15	48,99	38,43	54,12	35,32	51,09	47,44	53,26	37,60	46,21	25,01
12:00	44,76	58,14	52,24	33,85	55,37	35,12	52,66	42,33	51,87	34,16	49,50	27,83
13:00	39,00	53,76	51,70	31,64	55,38	31,75	50,79	37,55	47,27	36,89	41,25	27,08
14:00	30,00	47,62	45,34	27,94	46,93	30,25	43,04	34,84	39,90	28,23	33,69	20,26
15:00	16,75	35,95	34,65	23,30	39,49	24,92	33,27	28,80	32,86	21,51	13,05	5,36
16:00	3,18	18,68	21,87	14,46	27,89	16,70	26,28	19,76	22,47	7,89	2,49	1,82
17:00	0,00	2,16	5,08	9,61	15,72	12,39	17,74	13,16	6,49	1,27	0,00	0,00
18:00	0,00	0,00	0,56	2,77	4,54	5,13	6,00	3,68	0,94	0,00	0,00	0,00
19:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,87	2,07	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Así podemos obtener la potencia diaria máxima que nos da el sistema en kWh:

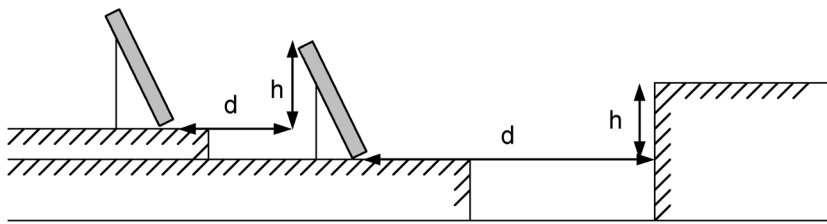
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
210,93	342,45	342,97	266,79	419,88	288,85	392,63	330,45	352,51	231,53	241,08	129,48

Se puede apreciar que el mes de diciembre es el que menos produce, con 129,48 kW diarios, pero que, en el plazo de 2 días puede cargar las baterías al 100%.

Una vez seleccionado el número de paneles a instalar debemos determinar la disposición de las placas, ya que tenemos 20 terminales que nos permiten añadir hasta 20 paneles en serie. Dándonos un máximo de 229 paneles. Se instalarán 168 placas lo que hacen 20 paneles en serie por cada terminal más un terminal de 8 paneles, ocupando un total de 9 terminales.

La instalación de los paneles en el terreno, debido al desnivel del terreno, y a la topología rocosa, los paneles irán sobre una estructura metálica atornillada a las rocas, con una bandeja interior para portar los cables al inversor que hará la contrata a cargo de las obras, supervisado por un técnico de la distribuidora. Cumpliendo con todas las especificaciones máximas del inversor que solo puede suministrar un máximo de 110kW en DC.

Se determina la distancia mínima que hay que dejar entre paneles para que no hagan sombra, se calculan de la siguiente forma:



d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

En nuestro caso los paneles en serie se han dispuesto a lo largo de la parcela de manera horizontal, haciendo así hileras de paneles con una distancia equivalente entre cada unidad

Cada hilera tiene el mismo desnivel de 1m, como las dimensiones del panel son 2,172x1,303 y con una inclinación igual a la latitud de 30°:

$$H = 2,172 - 1 = 1,172\text{m}$$

$$k = 1 / \tan(61 - 30) = 1,66\text{m}$$

con lo cual la distancia mínima que debemos de dejar será igual o mayor a $d = h \cdot k = 1,172 \cdot 1,66 = 1,94552\text{m}$, se guardará una distancia mínima de 2m.

ANEXO III

CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS

Í N D I C E

1 SELECCIÓN DEL MODELO	1
2 DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS	2
2.1 AUTONOMÍA DE LAS BATERÍAS	3

1. SELECCIÓN DEL MODELO

En base a las medidas de la potencia del C.T.I obtenidos de la distribuidora a través del contador y los sistemas de gestión. Con esos datos se ha elegido el modelo de sistema de almacenamiento por baterías ZIGOR ESS 20", que tiene las características adecuadas para la realización de este proyecto.

Su ficha de especificaciones técnicas es la siguiente, obtenida del manual de operación del fabricante:

ZIGOR STORAGE BPC3 250	
Potencia continua de salida	250 kW AC
Tensión Nominal AC	400 V Trifásico + Neutro
Frecuencia nominal	50 Hz
Factor de potencia	1 ajustable ± 0.8
Máxima corriente de línea AC	362 A
Distorsión corriente AC ⁽¹⁾	<3% THD a potencia nominal
Tensión de batería	590 - 800 Vdc
Máxima tensión batería ⁽²⁾	1000 V
Máxima corriente batería	350 A
Eficiencia pico	98,5%
Rango de temperatura ambiente ⁽³⁾	-10 °C a +50 °C
Grado de protección ambiental	IP 21
Peso aproximado	450 kg
Dimensiones (AlxAxXF)	2150 x 800 x 600 mm
Altitud de funcionamiento	1000 m
Humedad relativa	0 a 95 % sin condensación
Funciones de protección	Polarización inversa Sobre/Sub tensión AC Sobre/Sub frecuencia Sobretensión DC
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema
Comunicaciones	Ethernet & RS-485
Protocolos de comunicación BPC - PLC	Web / SNMP

Las características más importantes de este modelo es que además de suministrar potencia al sistema, controla otras variables como la regulación de tensión, potencia activa y reactiva, y un modo isla que nos permite desconectarnos de la red de la compañía distribuidora en caso de alguna avería.

El sistema de almacenamiento está formado por unidades basadas en baterías de litio (LiFePO), cuyas principales características son:

BATERIA DE LITIO	
Energía Nominal	222,72 kWh
Número de ciclos DOD80%	> 3600 ciclos
Ratio de carga	1C
Ratio de descarga	1C
Corriente nominal	150 A
Máxima corriente DC	300 A

Energía Nominal $E_{Nominal}$ 250 kWh

Energía fin de 10 años y >3600 ciclos > 168kWh

Configuración modular.

Tensión DC Nominal: 716Vdc

Rango Tensión de Operación: 627 ~ 806Vdc

2.DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS

El sistema de almacenamiento de baterías estará compuesto por elementos de 2V de LiFePO₄ distribuidos en 6 armarios hacer un total de 332 elementos, dándonos la tensión nominal en DC con una energía nominal total de 232 kWh y un DOD (profundidad de descarga) de 175kWh

Se va a utilizar un convertidor de potencia que el fabricante actual Zigor o similares ofrece para las características técnicas de nuestra red. (añadir ficha técnica) Con una regulación de potencia máxima de salida de 138,5kV, que es la máxima de nuestro CTI.

Este convertidor es el BPCS3 capaz de funcionar como fuente de tensión y de intensidad, además del modo isla.

Además, el sistema de almacenamiento dispondrá de un transformador de aislamiento con una ICC de 10Ka a modo de protección.

Está planteado que el sistema de baterías tenga una autonomía de 4h cargada al 100% y de 4h a 10h si la generación renovable está alimentando el sistema de forma paralela en los meses de mayor demanda energética.

2.1. Autonomía de las baterías

Se presentan los cálculos obtenidos para la comprobación de autonomía en base a los datos del CTI TRESVISO en el mes de agosto por horas

Fecha	Magnitud	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
01-ago-22	AE	kWh	38,8	38,4	35	34,4	32,4	33,6	33,6	39	53	62,8	65	48,6	57,7	60,7	57,2	59	59	45	49,6	52,2	53	57	65	41
02-ago-22	AE	kWh	39	36,8	40	35,6	34	35	33	39,6	67	86,8	74,8	51,0	54,6	61,6	59,8	65,4	53,6	45,8	45	55,2	65	62,2	56,2	43,6
03-ago-22	AE	kWh	39,2	38,2	32,4	34,4	31	37,2	31,4	39,4	61,6	69	66,8	59,0	46,6	57,4	64,9	70,8	58	50	56	57	64,2	67	69,8	54
04-ago-22	AE	kWh	42	37,8	38	35	34	34	34,2	43,4	60,6	69	72	60,7	54,0	58,1	52,6	56	56	48,6	49,6	59,8	53	57,4	57	48,6
05-ago-22	AE	kWh	44,4	40	36	36,4	34,4	33,4	34	40	48,8	65,2	79	53,7	50,2	46,8	57,2	58	54	57,2	51	66,2	62,8	61,8	64,4	56
06-ago-22	AE	kWh	47	48	42	37	35,8	38,2	36	41,8	56,8	74,8	67,4	54,4	48,4	54,2	65,1	70	60,4	60,6	57	50,4	65,2	61,6	55	49,8
07-ago-22	AE	kWh	42,8	38,2	35,8	32,4	34	36	35	43,8	56,8	71,8	78	57,2	48,1	60,9	63,6	65,4	61	60,4	51	55,2	59	57	52	51,6
08-ago-22	AE	kWh	40,2	42	35	36,4	38,6	33,6	36,6	42	54	65	73	47,5	49,3	50,5	58,1	56,8	69,6	50,6	56,8	55,2	56	47	51,4	47
09-ago-22	AE	kWh	39,4	39,4	34,8	36,4	35,6	37,8	35,4	35,6	56	62,8	75	54,4	56,0	53,9	66,3	74,2	76,8	55,2	56	61,8	56	62,6	66	52
10-ago-22	AE	kWh	44	39	35,6	31,2	35,6	35,4	35	43	64,8	75,2	67	52,3	57,0	57,6	63,5	73	63,6	58	56	61	59,8	75,6	59,4	43,2
11-ago-22	AE	kWh	39,6	39	36,4	36	39	37,6	38,6	46	53,6	74	68,2	59,8	56,5	55,3	59,8	64,2	64,2	58,4	56,8	58	55	61	61	50,8
12-ago-22	AE	kWh	43,4	43,8	39	34,8	39,4	35	42,6	43,2	61,6	75,4	77,2	57,6	50,9	57,4	60,6	68	63	53	53	55	58	66,2	64,4	59
13-ago-22	AE	kWh	50,6	49,4	34,8	35,4	35,8	39,4	35,8	45,6	63,2	83	84	51,4	49,4	58,2	68,5	74,8	69,8	58,8	62,8	64,4	70	73,8	62,2	53,6
14-ago-22	AE	kWh	44	41	38	35,6	40,6	34,4	36,4	35	60,1	69,8	78,2	47,2	53,0	62,4	68,8	79	48,3	51,4	53,2	56,2	54,2	62	66,4	61,6
15-ago-22	AE	kWh	48	43,6	33,4	37	37,4	35,4	39	44,2	52	74,6	86,4	63,4	48,8	57,3	60,6	70,8	65,2	56	52,2	61,4	63	72,2	59,8	49,8
16-ago-22	AE	kWh	38,6	37,8	33,2	38,4	32,6	36,6	31,2	45,6	62,6	62	59,4	45,4	48,4	54,7	60,7	66,4	49	50	52	56	60,4	62	56	52,6
17-ago-22	AE	kWh	41,6	42	35	36,8	35	35,4	33,4	41,4	50,6	67,2	76,8	56,8	54,6	59,8	59,8	77,8	72	52,6	47	53,6	57,4	60,6	67	52
18-ago-22	AE	kWh	42,6	37,6	35,8	35,6	37,8	36	41,4	48	56	62,2	57	45,2	43,6	47,7	54,9	62,8	54	47,8	47,4	54,2	65,8	63,6	58	43,8
19-ago-22	AE	kWh	41,8	38,2	39	36,8	37,4	36,8	39,4	48,4	59,8	64,8	67	42,2	50,5	57,0	61,2	65,2	63,4	44,2	49,6	57,4	68,4	69	55	50,6
20-ago-22	AE	kWh	40,6	41	36,6	31,2	35	36	38,4	46,6	58,4	67	79	55,2	57,0	55,2	60,5	81	61,6	54	57,8	56	51,2	72	68,8	50,6
21-ago-22	AE	kWh	41	39	40	31	39,6	35	33,6	47,8	52,6	60	77	55,4	46,6	52,8	64,8	69,6	63,6	52,6	47	54	47	59	51,2	45,6
22-ago-22	AE	kWh	43	37,8	34,8	33	37,4	35,4	35,6	43,6	49,4	63,2	62	47,7	47,7	48,6	56,0	58	60,6	49,2	41	55	56	60	57	49,4
23-ago-22	AE	kWh	42	43	40,2	36	34	37,4	36,8	45,6	62,6	63,4	76,2	56,7	47,5	55,3	57,0	61,6	56	55	57	52,6	60	62,8	56	46
24-ago-22	AE	kWh	41	38,2	36,6	34	35,6	34	36,4	40,2	52	58,8	60,8	45,8	57,6	66,0	56,3	60	57	55	57	65,8	55	62,6	53	52
25-ago-22	AE	kWh	38,2	35,6	30	27,6	29	29,2	34	36,8	50,4	60,6	68	55,1	51,9	54,9	55,8	57	51,2	52	56	61,8	57	64	50,4	48,6
26-ago-22	AE	kWh	40,8	37,8	34,8	38,6	36	34	32,4	42	51,4	66,4	64	48,0	49,3	50,0	53,3	58	60	52,2	50,6	61,4	61,6	78,8	65	54,6
27-ago-22	AE	kWh	49,2	44,4	41,8	40,6	36,4	42	40,2	47	59	66	73,2	47,7	56,3	68,8	58,7	63	57	58	52,2	55	60	69	58	47,4
28-ago-22	AE	kWh	42,8	41,4	43	40	42,6	34,8	36,8	40	54,6	59,4	64,8	54,6	53,5	52,8	54,9	71	57,8	54	54	59	57,4	55	51,2	42,8
29-ago-22	AE	kWh	39,6	36	33,6	35,6	37,2	37	40,2	42,6	48	58,4	54	49,3	54,7	55,6	56,3	56,2	56	49,2	45,2	50,6	54	59	51	45,4
30-ago-22	AE	kWh	40,6	41,8	40,6	40	35	37,2	35,8	43,2	63,6	66,4	56	48,4	51,0	54,2	57,0	67	56,2	56	51,2	55	57,8	67	56	48,4
31-ago-22	AE	kWh	45,2	40	37,8	39,2	40	36	35,6	45,6	49,4	61,6	79	46,6	45,8	42,2	59,0	61,4	69	60	59,4	63,2	58	61	54	47,4

Se obtiene una media diaria de kWh y los máximos y mínimos de potencia del consumo del pueblo diario, que será la suma de todos los consumos a lo largo del día

De la tabla se obtiene que el mayor pico de potencia obtenido fue el día 2 de agosto de 2022 a las 10 de la mañana, el sistema de almacenamiento es capaz de suministrar 137kWh, que supera el pico máximo.

El mínimo de potencia fue el día 25 de agosto de 2022 a las 4 de la mañana, como cabría de esperar

Los resultados de la autonomía del sistema de almacenamiento supera las 4h, considerando la máxima potencia obtenida en las horas punta. Se presentan los resultados en la siguiente tabla:

Media diaria kWh día	Mínima potencia	Máxima potencia	Demanda Tresviso	Demanda 4h	Energía Baterías	Abastecimiento 4H
8,79	32,4	65	1171,024	224,224	232	7,776
1,69	33	86,8	1240,64	227,04	232	4,96
2,31	31	70,8	1255,32	227,92	232	4,08
0,48	34	72	1211,456	225,456	232	6,544
1,29	33,4	79	1230,856	207,856	232	24,144
3,20	35,8	74,8	1276,912	222,112	232	9,888
1,96	32,4	78	1247,066	229,866	232	2,134
9,67	33,6	73	1192,192	205,392	232	26,608
3,31	34,8	76,8	1279,39	230,59	232	1,41
3,57	31,2	75,6	1285,71	230,31	232	1,69
2,87	36	74	1268,84	231,44	232	0,56
4,23	34,8	77,2	1301,56	226,56	232	5,44
7,28	34,8	84	1374,72	227,52	232	4,48
3,20	34,4	79	1276,818	231,418	232	0,582
4,65	33,4	86,4	1311,48	230,08	232	1,92
9,65	31,2	66,4	1191,664	209,264	232	22,736
2,76	33,4	77,8	1266,24	231,04	232	0,96
9,12	35,6	65,8	1178,888	191,488	232	40,512
1,80	36,8	69	1243,224	211,024	232	20,976
3,78	31,2	81	1290,704	227,904	232	4,096
0,24	31	77	1205,848	219,648	232	12,352
8,39	33	63,2	1161,336	199,936	232	32,064
1,70	34	76,2	1240,68	216,48	232	15,52
0,44	34	66	1210,632	225,632	232	6,368
8,13	27,6	68	1155,112	217,712	232	14,288
0,88	32,4	78,8	1221,04	200,64	232	31,36
3,78	36,4	73,2	1290,838	231,438	232	0,562
0,76	34,8	71	1218,176	215,776	232	16,224
7,70	33,6	59	1144,752	215,952	232	16,048
1,06	35	67	1225,472	210,672	232	21,328
1,52	35,6	79	1236,4	193,6	232	38,4

Se puede comprobar que el sistema de almacenamiento-es capaz de suministra de manera continua durante 4h.

No obstante, el sistema de generación solar también aporta energía a la red de baja tensión, alargando la autonomía de las baterías.

Se presentan los resultados de la autonomía máxima de las baterías con la generación complementaria del sistema de generación renovable:

Media diaria kWh día	Mínima potencia	Máxima potencia	Demanda Tresviso	Demanda 10	Energía Baterías	Generación solar	Abastecimiento 9h
48,79	32,4	65	1171,024	503,024	232	346,9755019	75,95150187
51,69	33	86,8	1240,64	560,64	232	346,9755019	18,33550187
52,31	31	70,8	1255,32	535,52	232	346,9755019	43,45550187
50,48	34	72	1211,456	526,456	232	346,9755019	52,51950187
51,29	33,4	79	1230,856	498,856	232	346,9755019	80,11950187
53,20	35,8	74,8	1276,912	532,912	232	346,9755019	46,06350187
51,96	32,4	78	1247,066	545,666	232	346,9755019	33,30950187
49,67	33,6	73	1192,192	496,192	232	346,9755019	82,78350187
53,31	34,8	76,8	1279,39	534,19	232	346,9755019	44,78550187
53,57	31,2	75,6	1285,71	553,31	232	346,9755019	25,66550187
52,87	36	74	1268,84	537,44	232	346,9755019	41,53550187
54,23	34,8	77,2	1301,56	551,96	232	346,9755019	27,01550187
57,28	34,8	84	1374,72	578,12	232	346,9755019	0,855501871
53,20	34,4	79	1276,818	553,518	232	346,9755019	25,45750187
54,65	33,4	86,4	1311,48	558,08	232	346,9755019	20,89550187
49,65	31,2	66,4	1191,664	505,264	232	346,9755019	73,71150187
52,76	33,4	77,8	1266,24	544,84	232	346,9755019	34,13550187
49,12	35,6	65,8	1178,888	477,488	232	346,9755019	101,4875019
51,80	36,8	69	1243,224	516,224	232	346,9755019	62,75150187
53,78	31,2	81	1290,704	559,904	232	346,9755019	19,07150187
50,24	31	77	1205,848	526,648	232	346,9755019	52,32750187
48,39	33	63,2	1161,336	476,136	232	346,9755019	102,8395019
51,70	34	76,2	1240,68	525,88	232	346,9755019	53,09550187
50,44	34	66	1210,632	497,432	232	346,9755019	81,54350187
48,13	27,6	68	1155,112	490,512	232	346,9755019	88,46350187
50,88	32,4	78,8	1221,04	482,44	232	346,9755019	96,53550187
53,78	36,4	73,2	1290,838	539,638	232	346,9755019	39,33750187
50,76	34,8	71	1218,176	505,576	232	346,9755019	73,39950187
47,70	33,6	59	1144,752	475,152	232	346,9755019	103,8235019
51,06	35	67	1225,472	506,872	232	346,9755019	72,10350187
51,52	35,6	79	1236,4	490,6	232	346,9755019	88,37550187

Los resultados cubren completamente 9 horas de la demanda generada por el pueblo de Tresviso, en algunos casos pudiendo llegar hasta las 10 horas de autonomía conjunta.

Los datos de la generación solar es la media estimada diaria en el mes de agosto de acuerdo con el Anexo II de cálculos del sistema de generación renovable.

ANEXO IV

PROGRAMACIÓN PANDA POWER

ÍNDICE

1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	1
2 LIBRERÍA PANDA POWER	1
2.1 BUS	1
2.2 EMPTY NETWORK	2
2.3 EXTERNAL GRID	2
2.4 LINE	2
2.5 TRANSFORMER	3
2.6 GENERATOR	3
2.7 LOAD	3
2.8 CREACIÓN DE ESTÁNDARES	4
3 SCRIPTS	6
3.1 SCRIPT CIRCUITO 1	6
3.2 SCRIPT CIRCUITO 2	14
3.3 SCRIPT INSTALACIONES EXISTENTES E INSTALACIONES PROYECTADAS	21
3.4 SCRIPT DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS	34
4 RESULTADOS	37
4.1 RESULTADOS CIRCUITOS 1 Y DOS SIN CONECTAR LAS INSTALACIONES PROYECTADAS	38
4.2 RESULTADOS DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS	50
4.3 RESULTADOS TRADO DESCONECTADO DE LA RED, PERO SON LAS INSTALACIONES PROYECTADAS FUNCIONANDO EN MODO ISLA (BLACK START)	52

1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

En este proyecto se va a utilizar el lenguaje de programación Python, lenguaje bastante polivalente, que lo ejecutaremos a través de ANACONDA, programa que nos permite abrir IDEs (Entorno Desarrollo Integrado, del inglés *Integrated Development Enviroment*).

De todos los IDEs disponibles se ha seleccionado Jupyter Lab y Jupyter Notebook, es un entorno de programación que nos permite ejecutar el código en tiempo real y ver los resultados instantáneamente, muy práctico a la hora de presentar resultados ya que visualmente es mejor que cualquier IDE.

Nos permitirá ejecutar los paquetes de datos de la librería objeto de nuestro análisis de redes, llamada Panda Power.

2 LIBRERÍA PANDA POWER

La librería Panda Power es un paquete de programas y funciones ya hechas dedicadas al modelado de sistemas, análisis y optimización de redes con un alto grado de automatización.

El código nos permite evaluar la situación de la red para un momento exacto en el tiempo en las condiciones que nosotros queramos, pudiendo ver la sobrecarga de la red, cortocircuitos y aumentos de temperatura, si aportamos todos los datos necesarios para su análisis, pudiendo obtener cálculos óptimos de nuestra red.

Al ser código base nosotros podemos modificar muchos de los datos existentes como los tipos de conductores, potencia del trafo, tensión de la red, longitud del cable, etc.

Las librerías o pandas utilizadas son las siguientes:

2.1 BUS

Modelado como barras o nodos para nuestro sistema, con ellos podremos conectar la red externa, el trafo y las líneas del lado de baja tensión.

Para crear la función se introducen los siguientes valores;

```
pandapower.create_bus(net, vn_kv, name=None, index=None, geodata=None, type='b', zone=None, in_service=True, max_vm_pu=nan, min_vm_pu=nan, coords=None)
```

Datos de entrada:

net: red a evaluar.

vn_kv: tensión nominal en barras o en el nodo.

index: nombre del bus.

geodata: coordenadas en proyección UTM.

type: 'b' para barras y 'n' para nodos.

in_service: True si está activo y False si las barras no tienen tensión.

max_vm_pu: valores máximos para la tensión en potencia unidad.

min_vm_pu: valores mínimos para la tensión en potencia unidad.

coords: coordenadas locales.

2.2 EMPTY NETWORK

Es la función que nos permite crear la red a evaluar

`pandapower.create_empty_network(name="", f_hz=50.0, sn_mva=1, add_stdtypes=True)`

Datos de entrada:

name: nombre de la red.

f_hz: frecuencia de la red, por omisión 50Hz.

sn_mva: potencia nominal de la red.

add_stdtypes: hace referencia a una tabla con datos tipo estándares de cables y trafos .

2.3 EXTERNAL GRID

La red externa en el lado de media/alta tensión.

`pandapower.create_ext_grid(net, bus, vm_pu=1.0, va_degree=0.0, name=None, in_service=True, s_sc_max_mva=nan, s_sc_min_mva=nan)`

Datos de entrada:

vm_pu: tensión de entrada en potencia unidad

va_degree: ángulo de la tensión en el nodo

s_sc_max_mva: potencia máxima de cortocircuito en mva

s_sc_min_mva: potencia mínima de cortocircuito en mva

2.4 LINE:

Línea tanto de media tensión como de baja tensión

`pandapower.create_line(net, from_bus, to_bus, length_km, std_type, name=None, index=None, geodata=None, in_service=True)`

Datos de entrada:

from_bus: nodo o barra de entrada

to bus: nodo o barra de salida

length_km: longitud del vano

std type; tipo de conductor

index: nombre

2.5 TRANSFORMER

Modelo del transformador.

```
pandapower.create_transformer(net, hv_bus, lv_bus, std_type, name=None, in_service=True, index=None, vk_percent_characteristic=None)
```

Datos de entrada:

hv_bus: tensión del lado de alta tensión

lv_bus: tensión del lado de baja

vk_percent: tensión relativa de cortocircuito

2.6 GENERATOR

Generador con potencia controlado por tensión

```
pandapower.create_gen(net, bus, p_mw, vm_pu=1.0, sn_mva=nan, name=None, index=None, max_q_mvar=nan, min_q_mvar=nan, min_p_mw=nan, max_p_mw=nan, min_vm_pu=nan, max_vm_pu=nan, in_service=True)
```

Datos de entrada:

p_mw: potencia en megavatios

vm_pu: tensión en potencia unidad

sn_mva: potencia aparente del generador

max_q_var: potencia reactiva máxima

min_q_var: potencia reactiva mínima

max_p_mw: potencia activa máxima

min_p_mw: potencia activa mínima

min_vm_pu: tensión mínima en pu

max_vm_pu: tensión máxima en pu

2.7 LOAD

Carga de cualquier tipo, un cliente, una fábrica, etc.

```
pandapower.create_load(net, bus, p_mw, q_mvar=0, sn_mva=nan, name=None, index=None, in_service=True)
```

2.8 CREACIÓN DE ESTÁNDARES

Para nuestra red debemos crear nuestros propios conductores ya que en la librería estándar no aparecen los conductores exactos, de igual manera el trafo tampoco.

Modelamos los conductores:

```
# CABLE RZ 4X16
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 2.064, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 1160., "max_i_ka": 0.073,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 4x16",element = "line")

# CABLE RZ 3X25/54,6 ALM
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 1.297, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km":800., "max_i_ka": 0.1,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":2,
    "x0_ohm_per_km": 0.199,
    "c0_nf_per_km": 300}, name="RZ 3x25",element = "line")

# CABLE RZ 3X50/54,6 ALM.
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.693, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 600., "max_i_ka": 0.15,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 3x50",element = "line")

# CABLE RZ 3X95/54,6 ALM.
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.346, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 400., "max_i_ka": 0.23,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 200}, name="RZ 3x95",element = "line")

# CABLE RZ 3X150/95 AL
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.223, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 250., "max_i_ka": 0.305,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 100}, name="RZ 3x150",element = "line")

# CABLE RV 240
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.16, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 200., "max_i_ka": 0.3,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":0.344,
    "x0_ohm_per_km": 0.2,
    "c0_nf_per_km": 300}, name="RV 240",element = "line")
```

Figura 1: Código de los conductores en python. Fuente: Elaboración propia

De la misma manera modelamos el trafo con las características de la placa del C.T.I. de Tresviso:

```
#Three phase transformer creation
pp.create_std_type(net, {"sn_mva": 0.16,
    "vn_hv_kv": 12,
    "vn_lv_kv": 0.400,
    "vk_percent": 1,
    "vkr_percent": 0.78125,
    "pfe_kw": 0.2,
    "i0_percent": 0.16875,
    "shift_degree": 0,
    "tap_side": "lv",
    "tap_neutral": 0,
    "tap_min": 0,
    "tap_max": 0,
    "tap_step_degree": 0,
    "tap_step_percent": 2.5,
    "tap_phase_shifter": False,
    "vk0_percent": 3,
    "vkr0_percent": 0.78125,
    "mag0_percent": 100,
    "mag0_rx": 0.,
    "si0_hv_partial": 0.9,
    }, name='Tresviso', element="trafo")
```

Figura 2: Código para crear un transformador a medida con datos de entrada en Python. Fuente: Elaboración propia

Algunos datos han tenido que suponerse debido a la falta de información del modelo del trafo.

3 SCRIPTS

Se presentan las líneas de códigos programados de los circuitos de Tresviso

3.1 SCRIPT CIRCUITO 1

```
"import pandapower as pp\n",
"import pandapower.plotting as plot\n",
"from pandapower.plotting import simple_plot, simple_plotly, pf_res_plotly\n",
"#create empty net\n",
"\n",
"net=pp.create_empty_network() \n",
"\n",
"# CABLE RZ 4X16\n",
"pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 2.064, "x_ohm_per_km": 0.1,\n",
"    "c_nf_per_km": 1160., "max_i_ka": 0.073,\n",
"    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,\n",
"    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,\n",
"    "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 4x16",element = "line") \n",
"# CABLE RZ 3X25/54,6 ALM\n",
"pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 1.297, "x_ohm_per_km": 0.1,\n",
"    "c_nf_per_km":800., "max_i_ka": 0.1,\n",
"    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":2,\n",
"    "x0_ohm_per_km": 0.199,\n",
"    "c0_nf_per_km": 300}, name="RZ 3x25",element = "line") \n",
"# CABLE RZ 3X50/54,6 ALM.\n",
"pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.693, "x_ohm_per_km": 0.1,\n",
"    "c_nf_per_km": 600., "max_i_ka": 0.15,\n",
"    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,\n",
"    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,\n",
"    "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 3x50",element = "line") \n",
"# CABLE RZ 3X95/54,6 ALM.\n",
```

```
"pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.346, "x_ohm_per_km": 0.1,\n",\n    "c_nf_per_km": 400., "max_i_ka": 0.23,\n",\n    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,\n",\n    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,\n",\n    "c0_nf_per_km": 200}, name="RZ 3x95",element = "line") \n",\n"# CABLE RZ 3X150/95 AL\n",\n"pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.223, "x_ohm_per_km": 0.1,\n",\n    "c_nf_per_km": 250., "max_i_ka": 0.305,\n",\n    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,\n",\n    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,\n",\n    "c0_nf_per_km": 100}, name="RZ 3x150",element = "line") \n",\n"\n",\n"\n",\n"#Three phase transformer creation\n",\n"pp.create_std_type(net, {"sn_mva": 0.16,\n",\n    "vn_hv_kv": 20,\n",\n    "vn_lv_kv": 0.400,\n",\n    "vk_percent": 1,\n",\n    "vkr_percent": 0.78125,\n",\n    "pfe_kw": 0.2,\n",\n    "io_percent": 0.16875,\n",\n    "shift_degree": 0,\n",\n    "tap_side": "lv",\n",\n    "tap_neutral": 0,\n",\n    "tap_min": 0,\n",\n    "tap_max": 0,\n",\n    "tap_step_degree": 0,\n",\n    "tap_step_percent": 2.5,\n",\n    "tap_phase_shifter": False,
```



```

"    \"vk0_percent\": 3, \"n\",
"    \"vkr0_percent\": 0.78125, \"n\",
"    \"mag0_percent\": 100, \"n\",
"    \"mag0_rx\": 0., \"n\",
"    \"si0_hv_partial\": 0.9, \"n\",
"    }, name='Tresviso', element=\"trafo\")\"n\",
\"n\",
\"n\",
\"n\",
"    \"n\",
\"#create buses\"n\",

"b0      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=20,      name=\"Bus
0\",geodata=(0.00,0.00),type='b',in_service=True)\"n\",

"b1      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      1\",geodata=(-
13,2),type='n',in_service=True)\"n\",

"b2      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      2\",      geodata=(-10,-
23),type='n',in_service=True)\"n\",

"b3      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      3\",      geodata=(-25,-
47),type='n',in_service=True)\"n\",

"b4      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      4\",      geodata=(-62,-
68),type='n',in_service=True)\"n\",

"b5      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      5\",      geodata=(-90,-
86),type='n',in_service=True)\"n\",

"b6      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      6\",      geodata=(-83,-
115),type='n',in_service=True)\"n\",

"b7      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      7\",      geodata=(-68,-
140),type='n',in_service=True)\"n\",

"b8      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      8\",      geodata=(-40,-
150),type='n',in_service=True)\"n\",

"b9      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      9\",
geodata=(0.00,0.00),type='n',in_service=True)\"n\",

"b10     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      10\",
geodata=(11,15),type='n',in_service=True)\"n\",

"b11     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      11\",
geodata=(10,16),type='n',in_service=True)\"n\",

```

```

"b12      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      12\",
geodata=(13,19),type='n',in_service=True)\n",

"b13      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      13\",      geodata=(-
23,6),type='n',in_service=True)\n",

"b14      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      14\",      geodata=(-25,-
4),type='n',in_service=True)\n",

"b15      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      15\",      geodata=(5.3,-
18),type='n',in_service=True)\n",

"b16      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      16\",      geodata=(4.5,-
24),type='n',in_service=True)\n",

"b17      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      17\",      geodata=(-17,-
48),type='n',in_service=True)\n",

"b18      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      18\",      geodata=(-33,-
12),type='n',in_service=True)\n",

"b19      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      19\",      geodata=(-32,-
7),type='n',in_service=True)\n",

"b20      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      20\",      geodata=(-44,-
5),type='n',in_service=True)\n",

"b21      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      21\",      geodata=(-37,-
13),type='n',in_service=True)\n",

"b22      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      22\",      geodata=(-36,-
2),type='n',in_service=True)\n",

"b23      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      23\",      geodata=(-35,-
38),type='n',in_service=True)\n",

"b24      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      24\",      geodata=(-60,-
56),type='n',in_service=True)\n",

"b25      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      25\",      geodata=(-31,-
65),type='n',in_service=True)\n",

"b26      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      26\",      geodata=(-52,-
70),type='n',in_service=True)\n",

"b27      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      27\",      geodata=(-75,-
106),type='n',in_service=True)\n",

"b28      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      28\",      geodata=(-88,-
57),type='n',in_service=True)\n",

"b29      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      29\",      geodata=(-93,-
117),type='n',in_service=True)\n",

"b30      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name=\"Bus      30\",      geodata=(-94,-
122),type='n',in_service=True)\n",

```

```

"b31 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name=\"Bus 31\", geodata=(-61,-
132),type='n',in_service=True)\n",

"b32 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name=\"Bus 32\", geodata=(-36,-
146),type='n',in_service=True)\n",

"\n",

"#create bus elements\n",

"pp.create_ext_grid(net, bus=b0, vm_pu=1, name=\"Grid Connection\")\n",

"pp.create_load(net, bus=b11,sn_mva=0.0055, p_mw=0.0001, q_mvar=0.05,
name=\"Load\")\n",

"pp.create_load(net, bus=b12,p_mw=0.0069, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b13,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b14,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b15,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b16,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b17,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b19,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b20,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b21,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b22,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b23,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b24,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b25,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net, bus=b26,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name=\"Load\",in_service=True)\n",

```

```

"pp.create_load(net,          bus=b27,p_mw=0.0055,          q_mvar=0.0001,
name="\Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net,          bus=b28,p_mw=0.0055,          q_mvar=0.0001,
name="\Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net,          bus=b29,p_mw=0.0055,          q_mvar=0.0001,
name="\Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net,          bus=b30,p_mw=0.017,           q_mvar=0.0001,
name="\Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net,          bus=b31,p_mw=0.0055,          q_mvar=0.0001,
name="\Load\",in_service=True)\n",

"pp.create_load(net,          bus=b32,p_mw=0.02,            q_mvar=0.0001,
name="\Load\",in_service=True)\n",

"\n",

"\n",

"\n",

"#create branch elements\n",

"#RAMA PRINCIPAL\n",

"tid = pp.create_transformer(net, hv_bus=b0, lv_bus=b1, std_type="\Tresviso",
name="\Trafo\")\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b1,          to_bus=b2,          length_km=0.031,
name="\Line1\",std_type="\RZ 3x95\",in_service=True)\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b2,          to_bus=b3,          length_km=0.031,
name="\Line1\",std_type="\RZ 3x95\",in_service=True)\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b3,          to_bus=b4,          length_km=0.035,
name="\Line2\",std_type="\RZ 3x95\",in_service=True)\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b4,          to_bus=b5,          length_km=0.057,
name="\Line3\",std_type="\RZ 3x95\", in_service=True)\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b5,          to_bus=b6,          length_km=0.034,
name="\Line3\",std_type="\RZ 3x95\",in_service=True)\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b6,          to_bus=b7,          length_km=0.038,
name="\Line4\",std_type="\RZ 3x95\",in_service=True)\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b7,          to_bus=b8,          length_km=0.039,
name="\Line5\",std_type="\RZ 3x95\",in_service=True)\n",

"\n",

"#RAMA 1\n",

"pp.create_line(net,          from_bus=b1,          to_bus=b9,          length_km=0.015,

```

```

name="\Line6\",std_type=\"RZ 3x50\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b10,      length_km=0.023,
name="\Line7\",std_type=\"RZ 3x50\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b10,      to_bus=b11,      length_km=0.002,
name="\Line8\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b10,      to_bus=b12,      length_km=0.005,
name="\Line9\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b1,      to_bus=b13,      length_km=0.014,
name="\Line10\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b1,      to_bus=b14,      length_km=0.017,
name="\Line11\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "\n",

    "#RAMA 2\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b2,      to_bus=b15,      length_km=0.009,
name="\Line12\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b2,      to_bus=b16,      length_km=0.008,
name="\Line13\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "\n",

    "#RAMA 3\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b18,      length_km=0.036,
name="\Line14\",std_type=\"RZ 3x25\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b17,      length_km=0.021,
name="\Line15\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b19,      length_km=0.008,
name="\Line16\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b20,      length_km=0.018,
name="\Line17\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b21,      length_km=0.006,
name="\Line18\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b22,      length_km=0.015,
name="\Line19\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b23,      length_km=0.003,
name="\Line20\",std_type=\"RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "\n",

    "#RAMA 4\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b24,      length_km=0.023,

```

```

name="\Line21\",std_type="\RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b25,      length_km=0.014,
name="\Line22\",std_type="\RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b26,      length_km=0.016,
name="\Line23\",std_type="\RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "\n",

    "#RAMA 5\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b27,      length_km=0.024,
name="\Line24\",std_type="\RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b28,      length_km=0.04,
name="\Line25\",std_type="\RZ 4x16\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b29,      length_km=0.043,
name="\Line26\",std_type="\RZ 3x25\",in_service=True)\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b29,      to_bus=b30,      length_km=0.008,
name="\Line27\",std_type="\RZ 3x50\",in_service=True)\n",

    "\n",

    "#RAMA 7\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b7,      to_bus=b31,      length_km=0.014,
name="\Line28\",std_type="\RZ 3x25\",in_service=True)\n",

    "\n",

    "#RAMA 8\n",

    "pp.create_line(net,      from_bus=b8,      to_bus=b32,      length_km=0.008,
name="\Line29\",std_type="\RZ 3x50\",in_service=True)\n",

```

3.2 SCRIPT CIRCUITO 2

```

import pandapower as pp
#create empty net
import pandapower.plotting as plot
from pandapower.plotting import simple_plot, simple_plotly, pf_res_plotly
#create empty net

net = pp.create_empty_network()

# CABLE RZ 4X16
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 2.064, "x_ohm_per_km": 0.1,
                        "c_nf_per_km": 1160., "max_i_ka": 0.073,
                        "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km": 3,
                        "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
                        "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 4x16", element = "line")
# CABLE RZ 3X25/54,6 ALM
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 1.297, "x_ohm_per_km": 0.1,
                        "c_nf_per_km": 800., "max_i_ka": 0.1,
                        "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km": 2,
                        "x0_ohm_per_km": 0.199,
                        "c0_nf_per_km": 300}, name="RZ 3x25", element = "line")
# CABLE RZ 3X50/54,6 ALM.
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.693, "x_ohm_per_km": 0.1,
                        "c_nf_per_km": 600., "max_i_ka": 0.15,
                        "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km": 3,
                        "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
                        "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 3x50", element = "line")
# CABLE RZ 3X95/54,6 ALM.
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.346, "x_ohm_per_km": 0.1,
                        "c_nf_per_km": 400., "max_i_ka": 0.23,
                        "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km": 3,
                        "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
                        "c0_nf_per_km": 200}, name="RZ 3x95", element = "line")
# CABLE RZ 3X150/95 AL
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.223, "x_ohm_per_km": 0.1,
                        "c_nf_per_km": 250., "max_i_ka": 0.305,
                        "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km": 3,
                        "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
                        "c0_nf_per_km": 100}, name="RZ 3x150", element = "line")

#Three phase transformer creation
pp.create_std_type(net, {"sn_mva": 0.16,
                        "vn_hv_kv": 12,
                        "vn_lv_kv": 0.400,
                        "vk_percent": 1,
                        "vkr_percent": 0.78125,
                        "pfe_kw": 0.2,
                        "i0_percent": 0.16875,
                        "shift_degree": 0,
                        "tap_side": "lv",
                        "tap_neutral": 0,
                        "tap_min": 0,
                        "tap_max": 0,
                        "tap_step_degree": 0,

```

```

"tap_step_percent": 2.5,
"tap_phase_shifter": False,
"vk0_percent": 3,
"vkr0_percent": 0.78125,
"mag0_percent": 100,
"mag0_rx": 0.,
"si0_hv_partial": 0.9,
}, name='Tresviso', element="trafo")

```

```
#create buses
```

```

b0 = pp.create_bus(net, vn_kv=20., name="Bus
0",geodata=(0.00,0.00),type='b',in_service=True)
b1 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 1",geodata=(-
13,2),type='n',in_service=True)
b2 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 2",geodata=(-
26,28),type='n',in_service=True)
b3 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 3",geodata=(-
9,41),type='n',in_service=True)
b4 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
4",geodata=(6,61),type='n',in_service=True)
b5 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
5",geodata=(11,94),type='n',in_service=True)
b6 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
6",geodata=(11,110),type='n',in_service=True)
b7 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
7",geodata=(33,118),type='n',in_service=True)
b8 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
8",geodata=(50,128),type='n',in_service=True)
b9 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
9",geodata=(86,136),type='n',in_service=True)
b10 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 10",geodata=(-
39,29),type='n',in_service=True)
b11 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 11",geodata=(-
46,21),type='n',in_service=True)
b12 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 12",geodata=(-
71,13),type='n',in_service=True)
b13 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 13",geodata=(-
84,0),type='n',in_service=True)
b14 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 14",geodata=(-
56,44),type='n',in_service=True)
b15 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 15",geodata=(-
59,39),type='n',in_service=True)
b16 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 16",geodata=(-
64,47),type='n',in_service=True)
b17 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 17",geodata=(-
51,46),type='n',in_service=True)
b18 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 18",geodata=(-22,-
28),type='n',in_service=True)
b19 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 19",geodata=(-6,--
50),type='n',in_service=True)
b20 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
20",geodata=(21,41),type='n',in_service=True)
b21 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
21",geodata=(19,44),type='n',in_service=True)
b22 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
22",geodata=(28,40),type='n',in_service=True)
b23 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus

```


23",geodata=(4,66),type='n',in_service=True)			
b24 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
24",geodata=(14,64),type='n',in_service=True)			
b25 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
25",geodata=(37,77),type='n',in_service=True)			
b26 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
26",geodata=(59,84),type='n',in_service=True)			
b27 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
27",geodata=(81,94),type='n',in_service=True)			
b28 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
28",geodata=(49,85),type='n',in_service=True)			
b29 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
29",geodata=(61,89),type='n',in_service=True)			
b30 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
30",geodata=(59,83),type='n',in_service=True)			
b31 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
31",geodata=(80,95),type='n',in_service=True)			
b32 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
32",geodata=(84,96),type='n',in_service=True)			
b33 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
33",geodata=(85,92),type='n',in_service=True)			
b34 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
34",geodata=(12,95),type='n',in_service=True)			
b35 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	35",geodata=(-
1,118),type='n',in_service=True)			
b36 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
36",geodata=(18,118),type='n',in_service=True)			
b37 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
37",geodata=(20,110),type='n',in_service=True)			
b38 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
38",geodata=(1,107),type='n',in_service=True)			
b39 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	39",geodata=(-
23,124),type='n',in_service=True)			
b40 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	40",geodata=(-
26,154),type='n',in_service=True)			
b41 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	41",geodata=(-
30,186),type='n',in_service=True)			
b42 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	42",geodata=(-
30,217),type='n',in_service=True)			
b43 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	43",geodata=(-
30,213),type='n',in_service=True)			
b44 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	44",geodata=(-
30,237),type='n',in_service=True)			
b45 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	45",geodata=(-
44,97),type='n',in_service=True)			
b46 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	46",geodata=(-
49,96),type='n',in_service=True)			
b47 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
47",geodata=(30,119),type='n',in_service=True)			
b48 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
48",geodata=(33,112),type='n',in_service=True)			
b49 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
49",geodata=(25,123),type='n',in_service=True)			
b50 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
50",geodata=(38,90),type='n',in_service=True)			
b51 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
51",geodata=(56,126),type='n',in_service=True)			

```

b52      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
52",geodata=(62,140),type='n',in_service=True)
b53      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
53",geodata=(53,157),type='n',in_service=True)
b54      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
54",geodata=(67,164),type='n',in_service=True)
b55      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
55",geodata=(66,153),type='n',in_service=True)
b56      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
56",geodata=(60,145),type='n',in_service=True)
b57      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
57",geodata=(85,146),type='n',in_service=True)
b58      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
58",geodata=(89,140),type='n',in_service=True)
b59      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
59",geodata=(95,124),type='n',in_service=True)
b60      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
60",geodata=(89,109),type='n',in_service=True)
b61      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
61",geodata=(83,123),type='n',in_service=True)
b62      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      62",geodata=(-
37,152),type='n',in_service=True)
b63      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      63",geodata=(-
27,127),type='n',in_service=True)
b64      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      64",geodata=(-
19,130),type='n',in_service=True)

```

```
#create bus elements
```

```

pp.create_ext_grid(net, bus=b0, vm_pu=1.0, name="Grid Connection")
pp.create_load(net, bus=b10, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b13, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b15, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b16, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b17, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b18, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b19, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b21, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b22, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b23, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b24, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b25, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b27, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b28, p_mw=0.0055, q_mvar=0.00015, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b29, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b30, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b31, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b32, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b33, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b34, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b35, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b36, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b37, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b38, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b43, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b44, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b46, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b47, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")

```

```

pp.create_load(net, bus=b48,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b49,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b50,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b51,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b52,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b53,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b54,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b55,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b56,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b57,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b58,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b59,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b60,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b61,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b62,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b63,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=b64,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")

```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```

tid = pp.create_transformer(net, hv_bus=b0, lv_bus=b1, std_type="Tresviso",
name="Trafo")
pp.create_line(net, from_bus=b0, to_bus=b1, length_km=0.015,
name="Line0",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b1, to_bus=b2, length_km=0.034,
name="Line1",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b2, to_bus=b3, length_km=0.027,
name="Line2",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b3, to_bus=b4, length_km=0.04,
name="Line3",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b4, to_bus=b5, length_km=0.027,
name="Line4",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b5, to_bus=b6, length_km=0.026,
name="Line5",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b6, to_bus=b7, length_km=0.038,
name="Line6",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b7, to_bus=b8, length_km=0.03,
name="Line7",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net, from_bus=b8, to_bus=b9, length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RZ 3x150")

```

```
#RAMA 2
```

```

pp.create_line(net, from_bus=b2, to_bus=b10, length_km=0.014,
name="Line8",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net, from_bus=b2, to_bus=b11, length_km=0.03,
name="Line9",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net, from_bus=b11, to_bus=b12, length_km=0.047,
name="Line10",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net, from_bus=b12, to_bus=b13, length_km=0.018,
name="Line11",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net, from_bus=b11, to_bus=b14, length_km=0.034,
name="Line12",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net, from_bus=b14, to_bus=b15, length_km=0.01,
name="Line13",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net, from_bus=b14, to_bus=b16, length_km=0.007,

```

```

name="Line14",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b14,          to_bus=b17,          length_km=0.007,
name="Line15",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b2,           to_bus=b18,          length_km=0.015,
name="Line16",std_type="RZ 3x25")

#RAMA 3
pp.create_line(net,          from_bus=b3,           to_bus=b19,          length_km=0.016,
name="Line17",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b3,           to_bus=b20,          length_km=0.034,
name="Line18",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net,          from_bus=b20,          to_bus=b21,          length_km=0.009,
name="Line19",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b20,          to_bus=b22,          length_km=0.007,
name="Line20",std_type="RZ 3x25")

#RAMA 4
pp.create_line(net,          from_bus=b4,           to_bus=b23,          length_km=0.006,
name="Line21",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,          from_bus=b4,           to_bus=b24,          length_km=0.037,
name="Line23",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net,          from_bus=b24,          to_bus=b25,          length_km=0.025,
name="Line24",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net,          from_bus=b24,          to_bus=b26,          length_km=0.032,
name="Line25",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net,          from_bus=b26,          to_bus=b27,          length_km=0.032,
name="Line26",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net,          from_bus=b26,          to_bus=b28,          length_km=0.002,
name="Line27",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b26,          to_bus=b29,          length_km=0.007,
name="Line28",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b26,          to_bus=b30,          length_km=0.011,
name="Line29",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b27,          to_bus=b31,          length_km=0.007,
name="Line30",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b27,          to_bus=b32,          length_km=0.005,
name="Line31",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b27,          to_bus=b33,          length_km=0.002,
name="Line32",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b4,           to_bus=b50,          length_km=0.007,
name="Line50",std_type="RZ 4x16")

#RAMA 5
pp.create_line(net,          from_bus=b5,           to_bus=b34,          length_km=0.008,
name="Line33",std_type="RZ 4x16")

#RAMA 6
pp.create_line(net,          from_bus=b6,           to_bus=b35,          length_km=0.013,
name="Line34",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b6,           to_bus=b36,          length_km=0.014,
name="Line35",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b6,           to_bus=b37,          length_km=0.018,
name="Line36",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b6,           to_bus=b38,          length_km=0.011,
name="Line37",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,          from_bus=b6,           to_bus=b39,          length_km=0.049,
name="Line38",std_type="RZ 4x16")

```

```

pp.create_line(net,      from_bus=b39,      to_bus=b40,      length_km=0.039,
name="Line39",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net,      from_bus=b40,      to_bus=b41,      length_km=0.041,
name="Line40",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net,      from_bus=b41,      to_bus=b42,      length_km=0.043,
name="Line41",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net,      from_bus=b42,      to_bus=b43,      length_km=0.019,
name="Line42",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b42,      to_bus=b44,      length_km=0.029,
name="Line43",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b39,      to_bus=b45,      length_km=0.044,
name="Line44",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net,      from_bus=b45,      to_bus=b46,      length_km=0.007,
name="Line45",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=b40,      to_bus=b62,      length_km=0.017,
name="Line61",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b39,      to_bus=b63,      length_km=0.009,
name="Line62",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b39,      to_bus=b64,      length_km=0.007,
name="Line63",std_type="RZ 4x16")

#RAMA 7
pp.create_line(net,      from_bus=b7,      to_bus=b47,      length_km=0.009,
name="Line46",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b7,      to_bus=b48,      length_km=0.003,
name="Line47",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b7,      to_bus=b49,      length_km=0.02,
name="Line48",std_type="RZ 4x16")

#RAMA 8
pp.create_line(net,      from_bus=b8,      to_bus=b51,      length_km=0.009,
name="Line49",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b8,      to_bus=b52,      length_km=0.007,
name="Line51",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b8,      to_bus=b53,      length_km=0.036,
name="Line52",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=b53,      to_bus=b54,      length_km=0.011,
name="Line53",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b53,      to_bus=b55,      length_km=0.014,
name="Line54",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b53,      to_bus=b56,      length_km=0.011,
name="Line55",std_type="RZ 3x25")

#RAMA 9
pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b57,      length_km=0.019,
name="Line56",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b58,      length_km=0.016,
name="Line57",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b59,      length_km=0.017,
name="Line58",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b60,      length_km=0.021,
name="Line59",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b61,      length_km=0.015,
name="Line60",std_type="RZ 4x16")

```

3.3 SCRIPT INSTALACIONES EXISTENTES E INSTALACIONES PROYECTADAS

```
import pandapower as pp
import pandapower.plotting as plot
from pandapower.plotting import simple_plot, simple_plotly, pf_res_plotly
#create empty net

net=pp.create_empty_network()

# CABLE RZ 4X16
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 2.064, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 1160., "max_i_ka": 0.073,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 4x16",element = "line")
# CABLE RZ 3X25/54,6 ALM
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 1.297, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km":800., "max_i_ka": 0.1,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":2,
    "x0_ohm_per_km": 0.199,
    "c0_nf_per_km": 300}, name="RZ 3x25",element = "line")
# CABLE RZ 3X50/54,6 ALM.
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.693, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 600., "max_i_ka": 0.15,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 496.2}, name="RZ 3x50",element = "line")
# CABLE RZ 3X95/54,6 ALM.
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.346, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 400., "max_i_ka": 0.23,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 200}, name="RZ 3x95",element = "line")
# CABLE RZ 3X150/95 AL
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.223, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 250., "max_i_ka": 0.305,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":3,
    "x0_ohm_per_km": 0.2990796,
    "c0_nf_per_km": 100}, name="RZ 3x150",element = "line")
# CABLE RV 240
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.16, "x_ohm_per_km": 0.1,
    "c_nf_per_km": 200., "max_i_ka": 0.3,
    "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":0.344,
    "x0_ohm_per_km": 0.2,
    "c0_nf_per_km": 300}, name="RV 240",element = "line")

#Three phase transformer creation
pp.create_std_type(net, {"sn_mva": 0.16,
    "vn_hv_kv": 12,
    "vn_lv_kv": 0.400,
    "vk_percent": 1,
    "vkr_percent": 0.78125,
    "pfe_kw": 0.2,
    "i0_percent": 0.16875,
```

```

"shift_degree": 0,
"tap_side": "lv",
"tap_neutral": 0,
"tap_min": 0,
"tap_max": 0,
"tap_step_degree": 0,
"tap_step_percent": 2.5,
"tap_phase_shifter": False,
"vk0_percent": 3,
"vkr0_percent": 0.78125,
"mag0_percent": 100,
"mag0_rx": 0.,
"si0_hv_partial": 0.9,
}, name='Tresviso', element="trafo")

```

```

#create buses
b0 = pp.create_bus(net, vn_kv=20, name="Bus 0", geodata=(0.00,0.00),type='b',in_service=True)
b01 = pp.create_bus(net, vn_kv=20, name="Bus 01", geodata=(1,0.00),type='b',in_service=True)
btodo = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus todo", geodata=(1.00,1.00),type='b',in_service=True)
b1 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 1", geodata=(-13,2),type='n',in_service=True)
b2 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 2", geodata=(-10,-23),type='n',in_service=True)
b3 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 3", geodata=(-25,-47),type='n',in_service=True)
b4 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 4", geodata=(-62,-68),type='n',in_service=True)
b5 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 5", geodata=(-90,-86),type='n',in_service=True)
b6 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 6", geodata=(-83,-115),type='n',in_service=True)
b7 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 7", geodata=(-68,-140),type='n',in_service=True)
b8 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 8", geodata=(-40,-150),type='n',in_service=True)
b9 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 9", geodata=(0.00,0.00),type='n',in_service=True)
b10 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 10", geodata=(11,15),type='n',in_service=True)
b11 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 11", geodata=(10,16),type='n',in_service=True)
b12 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 12", geodata=(13,19),type='n',in_service=True)
b13 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 13", geodata=(-23,6),type='n',in_service=True)
b14 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 14", geodata=(-25,-4),type='n',in_service=True)
b15 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 15", geodata=(5.3,-18),type='n',in_service=True)
b16 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 16", geodata=(4.5,-24),type='n',in_service=True)

```

```

b17 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 17", geodata=(-17,-
48),type='n',in_service=True)
b18 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 18", geodata=(-33,-
12),type='n',in_service=True)
b19 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 19", geodata=(-32,-
7),type='n',in_service=True)
b20 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 20", geodata=(-44,-
5),type='n',in_service=True)
b21 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 21", geodata=(-37,-
13),type='n',in_service=True)
b22 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 22", geodata=(-36,-
2),type='n',in_service=True)
b23 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 23", geodata=(-35,-
38),type='n',in_service=True)
b24 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 24", geodata=(-60,-
56),type='n',in_service=True)
b25 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 25", geodata=(-31,-
65),type='n',in_service=True)
b26 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 26", geodata=(-52,-
70),type='n',in_service=True)
b27 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 27", geodata=(-75,-
106),type='n',in_service=True)
b28 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 28", geodata=(-88,-
57),type='n',in_service=True)
b29 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 29", geodata=(-93,-
117),type='n',in_service=True)
b30 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 30", geodata=(-94,-
122),type='n',in_service=True)
b31 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 31", geodata=(-61,-
132),type='n',in_service=True)
b32 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 32", geodata=(-36,-
146),type='n',in_service=True)

```

```
#create bus elements
```

```

pp.create_ext_grid(net, bus=b0, vm_pu=1, name="Grid Connection")
pp.create_load(net, bus=b11,sn_mva=0.0055, p_mw=0.0001, q_mvar=0.05,
name="Load")
pp.create_load(net, bus=b12,p_mw=0.0069, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b13,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b14,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b15,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b16,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b17,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b19,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b20,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b21,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net, bus=b22,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)

```



```

pp.create_load(net,      bus=b23,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b24,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b25,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b26,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b27,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b28,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b29,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b30,p_mw=0.017,        q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b31,p_mw=0.0055,      q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)
pp.create_load(net,      bus=b32,p_mw=0.02,        q_mvar=0.0001,
name="Load",in_service=True)

```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```
Trafo_Tresviso = pp.create_transformer(net, hv_bus=b0, lv_bus=b01,
std_type="Tresviso", name="Trafo")
```

```
#Interruptor del trafo
```

```

pp.create_line(net,      from_bus=b0,      to_bus=b01,      length_km=0.001,
name="Line1",std_type="RV 240",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b01,      to_bus=btodo,      length_km=0.001,
name="Line2",std_type="RV 240",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=btodo,      to_bus=b1,      length_km=0.001,
name="Line2",std_type="RZ 3x150",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b1,      to_bus=b2,      length_km=0.031,
name="Line3",std_type="RZ 3x95",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b2,      to_bus=b3,      length_km=0.031,
name="Line4",std_type="RZ 3x95",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b4,      length_km=0.035,
name="Line5",std_type="RZ 3x95",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b5,      length_km=0.057,
name="Line6",std_type="RZ 3x95",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b6,      length_km=0.034,
name="Line7",std_type="RZ 3x95",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b6,      to_bus=b7,      length_km=0.038,
name="Line8",std_type="RZ 3x95",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b7,      to_bus=b8,      length_km=0.039,
name="Line9",std_type="RZ 3x95",in_service=True)

```

```
#RAMA 1
```

```

pp.create_line(net,      from_bus=b1,      to_bus=b9,      length_km=0.015,
name="Line10",std_type="RZ 3x50",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b9,      to_bus=b10,      length_km=0.023,
name="Line11",std_type="RZ 3x50",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b10,      to_bus=b11,      length_km=0.002,
name="Line12",std_type="RZ 4x16",in_service=True)

```

```

pp.create_line(net,      from_bus=b10,      to_bus=b12,      length_km=0.005,
name="Line13",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b1,      to_bus=b13,      length_km=0.014,
name="Line14",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b1,      to_bus=b14,      length_km=0.017,
name="Line15",std_type="RZ 4x16",in_service=True)

```

#RAMA 2

```

pp.create_line(net,      from_bus=b2,      to_bus=b15,      length_km=0.009,
name="Line16",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b2,      to_bus=b16,      length_km=0.008,
name="Line17",std_type="RZ 4x16",in_service=True)

```

#RAMA 3

```

pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b18,      length_km=0.036,
name="Line18",std_type="RZ 3x25",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b17,      length_km=0.021,
name="Line19",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b19,      length_km=0.008,
name="Line20",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b20,      length_km=0.018,
name="Line21",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b21,      length_km=0.006,
name="Line22",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b18,      to_bus=b22,      length_km=0.015,
name="Line23",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b3,      to_bus=b23,      length_km=0.003,
name="Line24",std_type="RZ 4x16",in_service=True)

```

#RAMA 4

```

pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b24,      length_km=0.023,
name="Line25",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b25,      length_km=0.014,
name="Line26",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b4,      to_bus=b26,      length_km=0.016,
name="Line27",std_type="RZ 4x16",in_service=True)

```

#RAMA 5

```

pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b27,      length_km=0.024,
name="Line28",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b28,      length_km=0.04,
name="Line29",std_type="RZ 4x16",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b5,      to_bus=b29,      length_km=0.043,
name="Line30",std_type="RZ 3x25",in_service=True)
pp.create_line(net,      from_bus=b29,      to_bus=b30,      length_km=0.008,
name="Line31",std_type="RZ 3x50",in_service=True)

```

#RAMA 7

```

pp.create_line(net,      from_bus=b7,      to_bus=b31,      length_km=0.014,
name="Line32",std_type="RZ 3x25",in_service=True)

```

#RAMA 8

```

pp.create_line(net,      from_bus=b8,      to_bus=b32,      length_km=0.008,
name="Line33",std_type="RZ 3x50",in_service=True)

```

#circuito 2

#create buses

bb1	=	pp.create_bus(net, 13,2),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 1",geodata=(-
bb2	=	pp.create_bus(net, 26,28),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 2",geodata=(-
bb3	=	pp.create_bus(net, 9,41),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 3",geodata=(-
bb4	=	pp.create_bus(net, 4",geodata=(6,61),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb5	=	pp.create_bus(net, 5",geodata=(11,94),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb6	=	pp.create_bus(net, 6",geodata=(11,110),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb7	=	pp.create_bus(net, 7",geodata=(33,118),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb8	=	pp.create_bus(net, 8",geodata=(50,128),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb9	=	pp.create_bus(net, 9",geodata=(86,136),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb10	=	pp.create_bus(net, 39,29),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 10",geodata=(-
bb11	=	pp.create_bus(net, 46,21),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 11",geodata=(-
bb12	=	pp.create_bus(net, 71,13),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 12",geodata=(-
bb13	=	pp.create_bus(net, 84,0),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 13",geodata=(-
bb14	=	pp.create_bus(net, 56,44),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 14",geodata=(-
bb15	=	pp.create_bus(net, 59,39),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 15",geodata=(-
bb16	=	pp.create_bus(net, 64,47),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 16",geodata=(-
bb17	=	pp.create_bus(net, 51,46),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 17",geodata=(-
bb18	=	pp.create_bus(net, 28),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 18",geodata=(-22,-
bb19	=	pp.create_bus(net, 50),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus 19",geodata=(-6,--
bb20	=	pp.create_bus(net, 20",geodata=(21,41),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb21	=	pp.create_bus(net, 21",geodata=(19,44),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb22	=	pp.create_bus(net, 22",geodata=(28,40),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb23	=	pp.create_bus(net, 23",geodata=(4,66),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb24	=	pp.create_bus(net, 24",geodata=(14,64),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb25	=	pp.create_bus(net, 25",geodata=(37,77),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb26	=	pp.create_bus(net, 26",geodata=(59,84),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb27	=	pp.create_bus(net, 27",geodata=(81,94),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb28	=	pp.create_bus(net, 28",geodata=(49,85),type='n',in_service=True)	vn_kv=0.4,	name="Bus
bb29	=	pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus

29",geodata=(61,89),type='n',in_service=True)			
bb30 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
30",geodata=(59,83),type='n',in_service=True)			
bb31 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
31",geodata=(80,95),type='n',in_service=True)			
bb32 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
32",geodata=(84,96),type='n',in_service=True)			
bb33 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
33",geodata=(85,92),type='n',in_service=True)			
bb34 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
34",geodata=(12,95),type='n',in_service=True)			
bb35 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	35",geodata=(-
1,118),type='n',in_service=True)			
bb36 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
36",geodata=(18,118),type='n',in_service=True)			
bb37 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
37",geodata=(20,110),type='n',in_service=True)			
bb38 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
38",geodata=(1,107),type='n',in_service=True)			
bb39 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	39",geodata=(-
23,124),type='n',in_service=True)			
bb40 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	40",geodata=(-
26,154),type='n',in_service=True)			
bb41 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	41",geodata=(-
30,186),type='n',in_service=True)			
bb42 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	42",geodata=(-
30,217),type='n',in_service=True)			
bb43 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	43",geodata=(-
30,213),type='n',in_service=True)			
bb44 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	44",geodata=(-
30,237),type='n',in_service=True)			
bb45 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	45",geodata=(-
44,97),type='n',in_service=True)			
bb46 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	46",geodata=(-
49,96),type='n',in_service=True)			
bb47 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
47",geodata=(30,119),type='n',in_service=True)			
bb48 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
48",geodata=(33,112),type='n',in_service=True)			
bb49 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
49",geodata=(25,123),type='n',in_service=True)			
bb50 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
50",geodata=(38,90),type='n',in_service=True)			
bb51 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
51",geodata=(56,126),type='n',in_service=True)			
bb52 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
52",geodata=(62,140),type='n',in_service=True)			
bb53 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
53",geodata=(53,157),type='n',in_service=True)			
bb54 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
54",geodata=(67,164),type='n',in_service=True)			
bb55 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
55",geodata=(66,153),type='n',in_service=True)			
bb56 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
56",geodata=(60,145),type='n',in_service=True)			
bb57 = pp.create_bus(net,	vn_kv=0.4,	name="Bus	
57",geodata=(85,146),type='n',in_service=True)			

```

bb58      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
58",geodata=(89,140),type='n',in_service=True)
bb59      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
59",geodata=(95,124),type='n',in_service=True)
bb60      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
60",geodata=(89,109),type='n',in_service=True)
bb61      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
61",geodata=(83,123),type='n',in_service=True)
bb62      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      62",geodata=(-
37,152),type='n',in_service=True)
bb63      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      63",geodata=(-
27,127),type='n',in_service=True)
bb64      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      64",geodata=(-
19,130),type='n',in_service=True)

```

```
#create bus elements
```

```

pp.create_load(net, bus=bb10, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb13, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb15, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb16, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb17, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb18, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb19, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb21, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb22, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb23, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb24, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb25, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb27, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb28, p_mw=0.0055, q_mvar=0.00015, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb29, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb30, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb31, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb32, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb33, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb34, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb35, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb36, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb37, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb38, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb43, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb44, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb46, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb47, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb48, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb49, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb50, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb51, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb52, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb53, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb54, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb55, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb56, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb57, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb58, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb59, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb60, p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")

```

```

pp.create_load(net, bus=bb61,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb62,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb63,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")
pp.create_load(net, bus=bb64,p_mw=0.0055, q_mvar=0.0001, name="Load")

```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```

linea1=pp.create_line(net, from_bus=btodo, to_bus=bb1, length_km=0.034,
name="Line1",std_type="RZ 3x150")
linea1=pp.create_line(net, from_bus=bb1, to_bus=bb2, length_km=0.034,
name="Line1",std_type="RZ 3x150")
linea2=pp.create_line(net, from_bus=bb2, to_bus=bb3, length_km=0.027,
name="Line2",std_type="RZ 3x150")
linea3=pp.create_line(net, from_bus=bb3, to_bus=bb4, length_km=0.04,
name="Line3",std_type="RZ 3x150")
linea4=pp.create_line(net, from_bus=bb4, to_bus=bb5, length_km=0.027,
name="Line4",std_type="RZ 3x150")
linea5=pp.create_line(net, from_bus=bb5, to_bus=bb6, length_km=0.026,
name="Line5",std_type="RZ 3x150")
linea6=pp.create_line(net, from_bus=bb6, to_bus=bb7, length_km=0.038,
name="Line6",std_type="RZ 3x150")
linea7=pp.create_line(net, from_bus=bb7, to_bus=bb8, length_km=0.03,
name="Line7",std_type="RZ 3x150")
linea8=pp.create_line(net, from_bus=bb8, to_bus=bb9, length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RZ 3x150")

```

```
#RAMA 2
```

```

pp.create_line(net, from_bus=bb2, to_bus=bb10, length_km=0.014,
name="Line8",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net, from_bus=bb2, to_bus=bb11, length_km=0.03,
name="Line9",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net, from_bus=bb11, to_bus=bb12, length_km=0.047,
name="Line10",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net, from_bus=bb12, to_bus=bb13, length_km=0.018,
name="Line11",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net, from_bus=bb11, to_bus=bb14, length_km=0.034,
name="Line12",std_type="RZ 3x95")
pp.create_line(net, from_bus=bb14, to_bus=bb15, length_km=0.01,
name="Line13",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net, from_bus=bb14, to_bus=bb16, length_km=0.007,
name="Line14",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net, from_bus=bb14, to_bus=bb17, length_km=0.007,
name="Line15",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net, from_bus=bb2, to_bus=bb18, length_km=0.015,
name="Line16",std_type="RZ 3x25")

```

```
#RAMA 3
```

```

pp.create_line(net, from_bus=bb3, to_bus=bb19, length_km=0.016,
name="Line17",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net, from_bus=bb3, to_bus=bb20, length_km=0.034,
name="Line18",std_type="RZ 3x50")
pp.create_line(net, from_bus=bb20, to_bus=bb21, length_km=0.009,
name="Line19",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net, from_bus=bb20, to_bus=bb22, length_km=0.007,
name="Line20",std_type="RZ 3x25")

```

#RAMA 4

pp.create_line(net,	from_bus=bb4,	to_bus=bb23,	length_km=0.006,
name="Line21",std_type="RZ 3x25")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb4,	to_bus=bb24,	length_km=0.037,
name="Line23",std_type="RZ 3x95")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb24,	to_bus=bb25,	length_km=0.025,
name="Line24",std_type="RZ 3x95")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb24,	to_bus=bb26,	length_km=0.032,
name="Line25",std_type="RZ 3x95")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb26,	to_bus=bb27,	length_km=0.032,
name="Line26",std_type="RZ 3x50")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb26,	to_bus=bb28,	length_km=0.002,
name="Line27",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb26,	to_bus=bb29,	length_km=0.007,
name="Line28",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb26,	to_bus=bb30,	length_km=0.011,
name="Line29",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb27,	to_bus=bb31,	length_km=0.007,
name="Line30",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb27,	to_bus=bb32,	length_km=0.005,
name="Line31",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb27,	to_bus=bb33,	length_km=0.002,
name="Line32",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb4,	to_bus=bb50,	length_km=0.007,
name="Line50",std_type="RZ 4x16")			

#RAMA 5

pp.create_line(net,	from_bus=bb5,	to_bus=bb34,	length_km=0.008,
name="Line33",std_type="RZ 4x16")			

#RAMA 6

pp.create_line(net,	from_bus=bb6,	to_bus=bb35,	length_km=0.013,
name="Line34",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb6,	to_bus=bb36,	length_km=0.014,
name="Line35",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb6,	to_bus=bb37,	length_km=0.018,
name="Line36",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb6,	to_bus=bb38,	length_km=0.011,
name="Line37",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb6,	to_bus=bb39,	length_km=0.049,
name="Line38",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb39,	to_bus=bb40,	length_km=0.039,
name="Line39",std_type="RZ 3x50")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb40,	to_bus=bb41,	length_km=0.041,
name="Line40",std_type="RZ 3x50")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb41,	to_bus=bb42,	length_km=0.043,
name="Line41",std_type="RZ 3x50")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb42,	to_bus=bb43,	length_km=0.019,
name="Line42",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb42,	to_bus=bb44,	length_km=0.029,
name="Line43",std_type="RZ 4x16")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb39,	to_bus=bb45,	length_km=0.044,
name="Line44",std_type="RZ 3x50")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb45,	to_bus=bb46,	length_km=0.007,
name="Line45",std_type="RZ 3x25")			
pp.create_line(net,	from_bus=bb40,	to_bus=bb62,	length_km=0.017,

```

name="Line61",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb39,      to_bus=bb63,      length_km=0.009,
name="Line62",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb39,      to_bus=bb64,      length_km=0.007,
name="Line63",std_type="RZ 4x16")

```

#RAMA 7

```

pp.create_line(net,      from_bus=bb7,      to_bus=bb47,      length_km=0.009,
name="Line46",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb7,      to_bus=bb48,      length_km=0.003,
name="Line47",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb7,      to_bus=bb49,      length_km=0.02,
name="Line48",std_type="RZ 4x16")

```

#RAMA 8

```

pp.create_line(net,      from_bus=bb8,      to_bus=bb51,      length_km=0.009,
name="Line49",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb8,      to_bus=bb52,      length_km=0.007,
name="Line51",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb8,      to_bus=bb53,      length_km=0.036,
name="Line52",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=bb53,      to_bus=bb54,      length_km=0.011,
name="Line53",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb53,      to_bus=bb55,      length_km=0.014,
name="Line54",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb53,      to_bus=bb56,      length_km=0.011,
name="Line55",std_type="RZ 3x25")

```

#RAMA 9

```

pp.create_line(net,      from_bus=bb9,      to_bus=bb57,      length_km=0.019,
name="Line56",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=bb9,      to_bus=bb58,      length_km=0.016,
name="Line57",std_type="RZ 3x25")
pp.create_line(net,      from_bus=bb9,      to_bus=bb59,      length_km=0.017,
name="Line58",std_type="RZ 3x150")
pp.create_line(net,      from_bus=bb9,      to_bus=bb60,      length_km=0.021,
name="Line59",std_type="RZ 4x16")
pp.create_line(net,      from_bus=bb9,      to_bus=bb61,      length_km=0.015,
name="Line60",std_type="RZ 4x16")

```

#paneles

#create buses

```

bbb1      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b1",geodata=(1,1),type='n',in_service=True)
bbb2      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b2",geodata=(-
13,10),type='n',in_service=True)
bbb3      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b3",geodata=(-
18,17),type='n',in_service=True)
bbb4      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b4",geodata=(-
26,29),type='n',in_service=True)
bbb5      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b5",geodata=(-
24,47),type='n',in_service=True)
bbb6      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b6",geodata=(-
4,39),type='n',in_service=True)
bbb7      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b7",geodata=(-
13,69),type='n',in_service=True)

```



```

bbb8      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      b8",geodata=(-
9,85),type='n',in_service=True)
bbb9      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b9",geodata=(27,88),type='n',in_service=True)
bbb10     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b10",geodata=(40,101),type='n',in_service=True)
bbb11     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b11",geodata=(43,123),type='n',in_service=True)
bbb12     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b12",geodata=(66,133),type='n',in_service=True)
bbb13     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b13",geodata=(62,150),type='n',in_service=True)
bbb14     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b14",geodata=(78,169),type='n',in_service=True)
bbb15     =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
b15",geodata=(74,171),type='n',in_service=True)

```

```
#create bus elements
```

```
pp.create_gen(net,bus=bbb15, p_mw=0.1, name='FV')
```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```

pp.create_line(net,      from_bus=btodo,      to_bus=bbb1,      length_km=0.015,
name="Line0",std_type="RV 240",)
pp.create_line(net,      from_bus=bbb1,      to_bus=bbb2,      length_km=0.034,
name="Line1",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb2,      to_bus=bbb3,      length_km=0.027,
name="Line2",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb3,      to_bus=bbb4,      length_km=0.04,
name="Line3",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb4,      to_bus=bbb5,      length_km=0.027,
name="Line4",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb5,      to_bus=bbb6,      length_km=0.026,
name="Line5",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb6,      to_bus=bbb7,      length_km=0.038,
name="Line6",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb7,      to_bus=bbb8,      length_km=0.03,
name="Line7",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb8,      to_bus=bbb9,      length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb9,      to_bus=bbb10,     length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb10,     to_bus=bbb11,     length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb11,     to_bus=bbb12,     length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb12,     to_bus=bbb13,     length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb13,     to_bus=bbb14,     length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bbb14,     to_bus=bbb15,     length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")

```

```
#Baterías
```

```
#create buses
```

```

ab1      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
a1",geodata=(1,1),type='n',in_service=True)
ab2      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a2",geodata=(-
13,10),type='n',in_service=True)
ab3      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a3",geodata=(-
18,17),type='n',in_service=True)
ab4      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a4",geodata=(-
26,29),type='n',in_service=True)
ab5      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a5",geodata=(-
24,47),type='n',in_service=True)
bb1      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      B",geodata=(-
20,55),type='n',in_service=True)

```

```
#create bus elements
```

```
pp.create_gen(net,bus=bb1, p_mw=0.138, name='BAT')
```

```
#pp.create_load(net, bus=bb1, p_mw=0.05, q_mvar=0.0001, name="Load")
```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```

pp.create_line(net,      from_bus=btodo,      to_bus=ab1,      length_km=0.015,
name="Linea0",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=ab1,      to_bus=ab2,      length_km=0.034,
name="Linea1",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=ab2,      to_bus=ab3,      length_km=0.027,
name="Linea2",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=ab3,      to_bus=ab4,      length_km=0.04,
name="Linea3",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=ab4,      to_bus=ab5,      length_km=0.027,
name="Linea4",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=ab5,      to_bus=bb1,      length_km=0.026,
name="Linea5",std_type="RV 240")

```

3.4 SCRIPT DE LAS LÍNEAS PROYECTADAS

```

import pandapower as pp
import pandapower.plotting as plot
from pandapower.plotting import simple_plot, simple_plotly, pf_res_plotly
#create empty net

net=pp.create_empty_network()

# CABLE RV 240
pp.create_std_type(net, {"r_ohm_per_km": 0.16, "x_ohm_per_km": 0.1,
                        "c_nf_per_km": 200., "max_i_ka": 0.3,
                        "endtemp_degree": 70.0, "r0_ohm_per_km":0.344,
                        "x0_ohm_per_km": 0.2,
                        "c0_nf_per_km": 300}, name="RV 240",element = "line")

#Three phase transformer creation
pp.create_std_type(net, {"sn_mva": 0.16,
                        "vn_hv_kv": 12,
                        "vn_lv_kv": 0.400,
                        "vk_percent": 1,
                        "vkr_percent": 0.78125,
                        "pfe_kw": 0.2,
                        "i0_percent": 0.16875,
                        "shift_degree": 0,
                        "tap_side": "lv",
                        "tap_neutral": 0,
                        "tap_min": 0,
                        "tap_max": 0,
                        "tap_step_degree": 0,
                        "tap_step_percent": 2.5,
                        "tap_phase_shifter": False,
                        "vk0_percent": 3,
                        "vkr0_percent": 0.78125,
                        "mag0_percent": 100,
                        "mag0_rx": 0.,
                        "si0_hv_partial": 0.9,
                        }, name='Tresviso', element="trafo")

#create buses
b0 = pp.create_bus(net, vn_kv=20., name="Bus
0",geodata=(0.00,0.00),type='b',in_service=True)
b1 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus
1",geodata=(1,1),type='n',in_service=True)
b2 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 2",geodata=(-
13,10),type='n',in_service=True)
b3 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 3",geodata=(-
18,17),type='n',in_service=True)
b4 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 4",geodata=(-
26,29),type='n',in_service=True)
b5 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 5",geodata=(-
24,47),type='n',in_service=True)
b6 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 6",geodata=(-
4,39),type='n',in_service=True)
b7 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 7",geodata=(-
13,69),type='n',in_service=True)
b8 = pp.create_bus(net, vn_kv=0.4, name="Bus 8",geodata=(-

```

```

9,85),type='n',in_service=True)
b9          =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
9",geodata=(27,88),type='n',in_service=True)
b10         =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
10",geodata=(40,101),type='n',in_service=True)
b11         =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
11",geodata=(43,123),type='n',in_service=True)
b12         =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
12",geodata=(66,133),type='n',in_service=True)
b13         =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
13",geodata=(62,150),type='n',in_service=True)
b14         =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
14",geodata=(78,169),type='n',in_service=True)
b15         =          pp.create_bus(net,          vn_kv=0.4,          name="Bus
15",geodata=(74,171),type='n',in_service=True)

```

```
#create bus elements
```

```
pp.create_ext_grid(net, bus=b0, vm_pu=1.0, name="Grid Connection")
```

```
pp.create_gen(net,bus=b15, p_mw=0.1, name='FV')
```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```
tid  =  pp.create_transformer(net,  hv_bus=b0,  lv_bus=b1,  std_type="Tresviso",
name="Trafo")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b0,          to_bus=b1,          length_km=0.015,
name="Line0",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b1,          to_bus=b2,          length_km=0.034,
name="Line1",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b2,          to_bus=b3,          length_km=0.027,
name="Line2",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b3,          to_bus=b4,          length_km=0.04,
name="Line3",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b4,          to_bus=b5,          length_km=0.027,
name="Line4",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b5,          to_bus=b6,          length_km=0.026,
name="Line5",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b6,          to_bus=b7,          length_km=0.038,
name="Line6",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b7,          to_bus=b8,          length_km=0.03,
name="Line7",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b8,          to_bus=b9,          length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b9,          to_bus=b10,         length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b10,         to_bus=b11,         length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b11,         to_bus=b12,         length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b12,         to_bus=b13,         length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b13,         to_bus=b14,         length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
pp.create_line(net,          from_bus=b14,         to_bus=b15,         length_km=0.049,
name="Line8",std_type="RV 240")
```

```
#baterías
```

```
#create buses
```

```
bb1      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus
a1",geodata=(1,1),type='n',in_service=True)
bb2      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a2",geodata=(-
13,10),type='n',in_service=True)
bb3      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a3",geodata=(-
18,17),type='n',in_service=True)
bb4      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a4",geodata=(-
26,29),type='n',in_service=True)
bb5      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      a5",geodata=(-
24,47),type='n',in_service=True)
bb      =      pp.create_bus(net,      vn_kv=0.4,      name="Bus      B",geodata=(-
20,55),type='n',in_service=True)
```

```
#create bus elements
```

```
pp.create_gen(net,bus=bb, p_mw=0.08, name='BAT')
```

```
#create branch elements
```

```
#RAMA PRINCIPAL
```

```
pp.create_line(net,      from_bus=b0,      to_bus=bb1,      length_km=0.015,
name="Line0",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bb1,      to_bus=bb2,      length_km=0.034,
name="Line1",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bb2,      to_bus=bb3,      length_km=0.027,
name="Line2",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bb3,      to_bus=bb4,      length_km=0.04,
name="Line3",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bb4,      to_bus=bb5,      length_km=0.027,
name="Line4",std_type="RV 240")
pp.create_line(net,      from_bus=bb5,      to_bus=bb,      length_km=0.026,
name="Line5",std_type="RV 240")
```

4 RESULTADOS

Los resultados de la simulación se presentan gráficamente mediante una gráfica que representa la red de Tresviso.

Una gráfica para la posición de cada elemento y una gráfica que analiza la carga de la red.

Para poder ejecutar el programa utilizamos las funciones:

```
pp.runpp(net, algorithm="nr", max_iteration=10)
```

Ejecuta el algoritmo de cálculos de flujos de potencias. Utiliza el método iterativo de newton Raphson, si converge en las iteraciones máximas obtendremos resultados, si no converge, o el circuito presenta algún error o simplemente necesita mayor número de iteraciones.

```
simple_plotly(net)
```

Nos genera el mapa de la red diseñada en los códigos con una leyenda de los elementos básicos

```
pf_res_plotly(net)
```

Gráfica que presenta los resultados de los flujos de potencias y cargas del sistema

4.1 RESULTADOS CIRCUITOS 1 Y 2 SIN CONECTAR LAS INSTALACIONES PROYECTADAS.

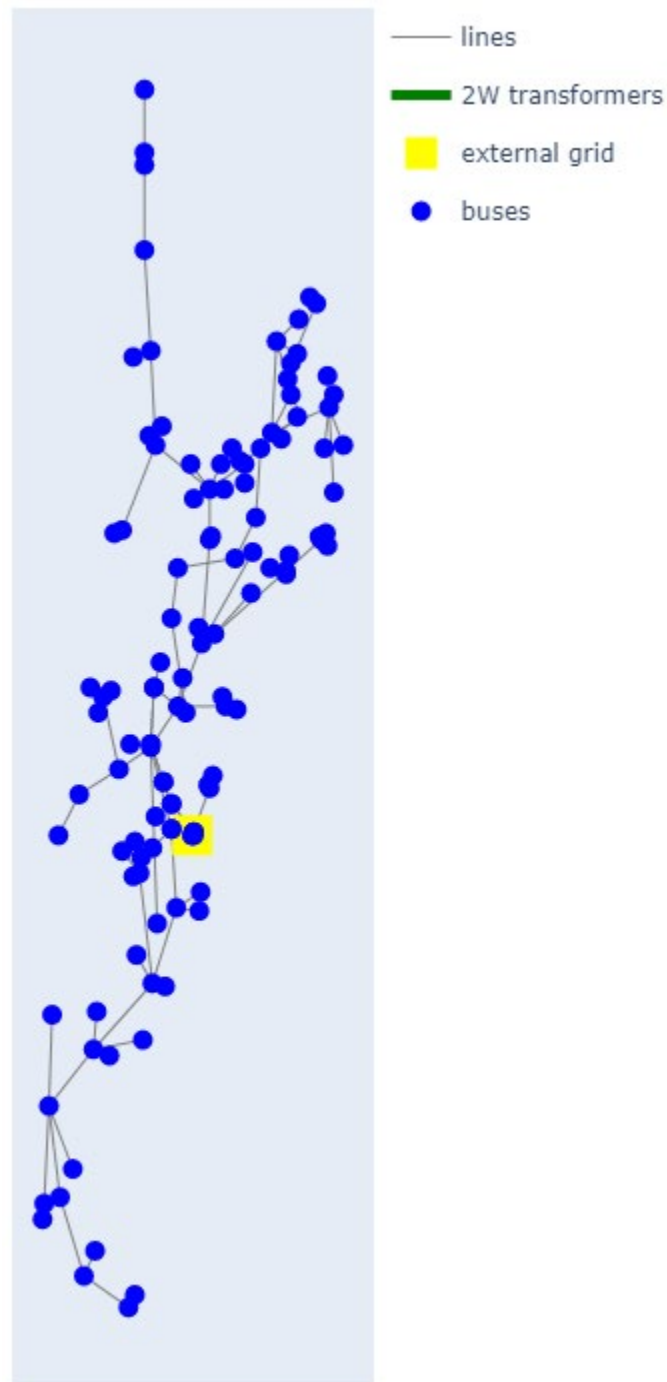


Figura 3 Esquema unifilar en python del circuito de Tresviso completo. Fuente: Elaboración propia

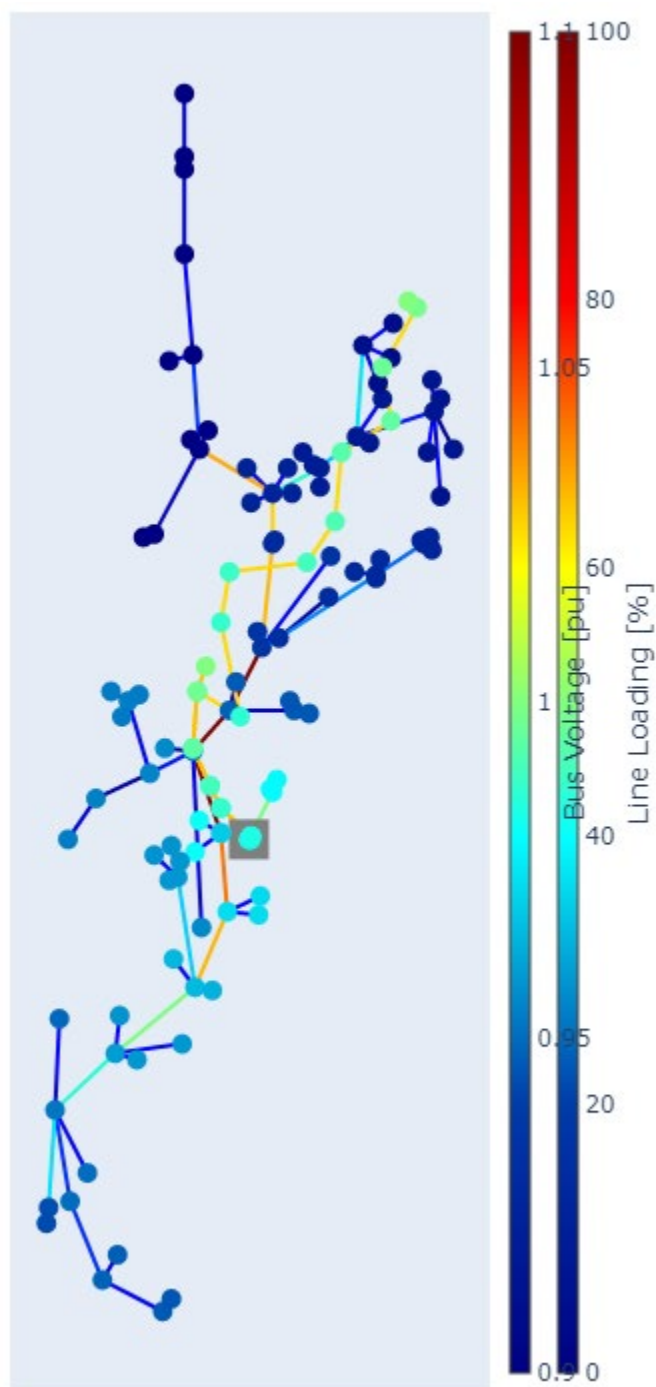


Figura 4 Simulación en Python del circuito de Tresviso completo con las instalaciones proyectadas.
Fuente: Elaboración propia

Se divide el circuito 1 para visualizarlo mejor:

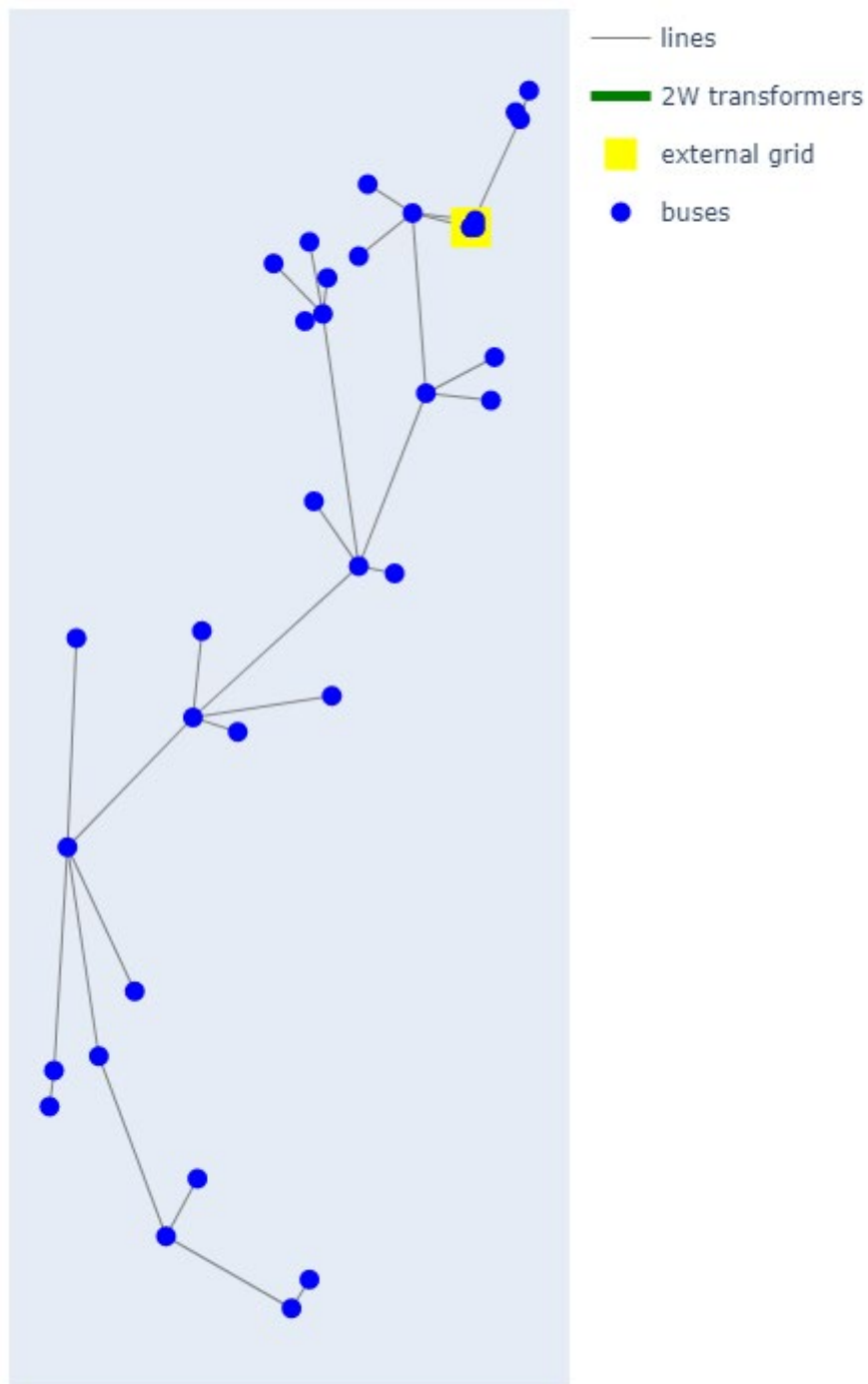


Figura 5: Esquema unifilar del circuito 1 en Python. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del circuito 1:

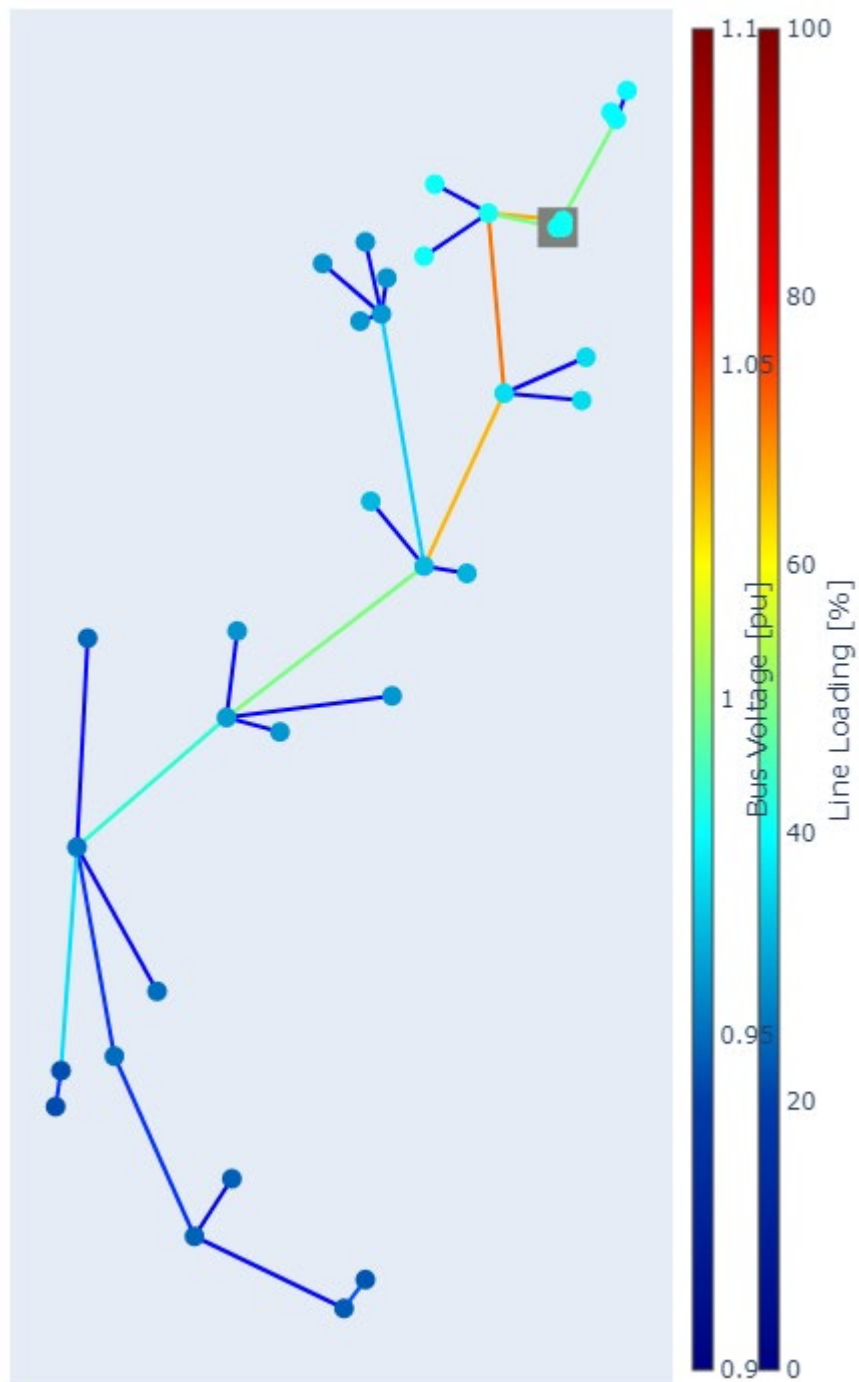


Figura 6: Resultados de la simulación del circuito 1 en Python. Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los nodos:

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar
1	0.982213	0.118174	0.000000

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar	
2	0.982213	0.118173	0.000000	0.000000
3	0.981979	0.117303	0.000000	0.000000
4	0.973533	-0.015113	0.000000	0.000000
5	0.965854	-0.137556	0.000000	0.000000
6	0.959802	-0.235754	0.000000	0.000000
7	0.952084	-0.363382	0.000000	0.000000
8	0.950096	-0.396798	0.000000	0.000000
9	0.947875	-0.434308	0.000000	0.000000
10	0.946088	-0.464932	0.000000	0.000000
11	0.981008	0.306962	0.000000	0.000000
12	0.979541	0.598501	0.000000	0.000000
13	0.979474	0.675530	0.000100	0.050000
14	0.979087	0.597597	0.006900	0.000100
15	0.980965	0.115510	0.005500	0.000100
16	0.980748	0.115125	0.005500	0.000100
17	0.972876	-0.016284	0.005500	0.000100
18	0.972949	-0.016153	0.005500	0.000100
19	0.964308	-0.140340	0.005500	0.000100
20	0.959145	-0.161020	0.000000	0.000000

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar	
21	0.958552	-0.162092	0.005500	0.000100
22	0.957810	-0.163437	0.005500	0.000100
23	0.958700	-0.161823	0.005500	0.000100
24	0.958033	-0.163033	0.005500	0.000100
25	0.965633	-0.137952	0.005500	0.000100
26	0.958097	-0.238843	0.005500	0.000100
27	0.958765	-0.237630	0.005500	0.000100
28	0.958617	-0.237899	0.005500	0.000100
29	0.950291	-0.366658	0.005500	0.000100
30	0.949091	-0.368863	0.005500	0.000100
31	0.943764	-0.397499	0.005500	0.000100
32	0.943139	-0.402748	0.017000	0.000100
33	0.947215	-0.436657	0.005500	0.000100
34	0.945355	-0.471116	0.020000	0.000100

La mayor caída de tensión de los nodos sería de un 5,5%, en el nodo 34, teniendo todavía margen hasta el 7% de la caída de tensión reglamentaria por la compañía distribuidora.

Se divide el circuito 2 para visualizarlo mejor:

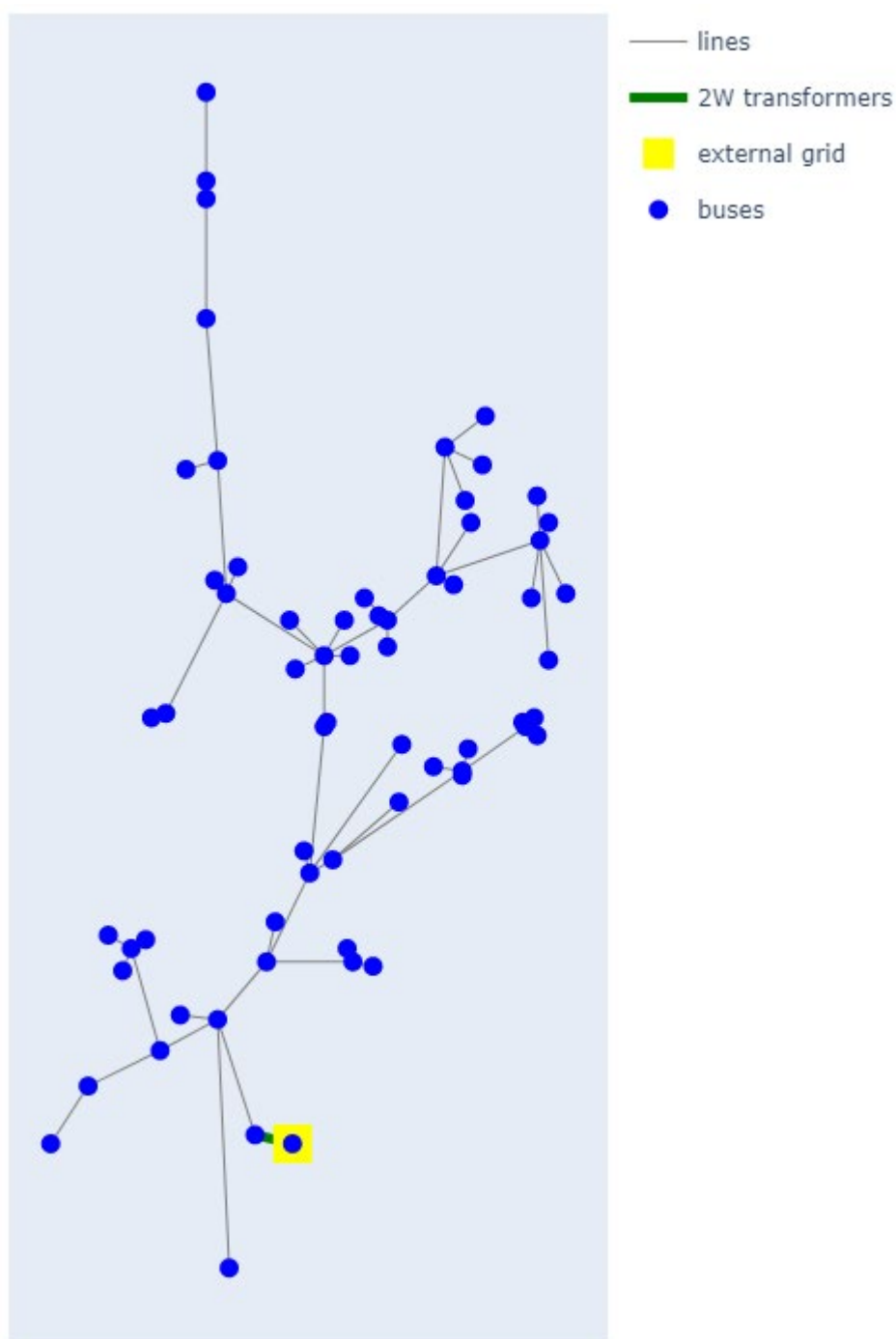


Figura 7: Esquema unifilar del circuito 2 en Python. Fuente: Elaboración propia.

Resultados del circuito 2:

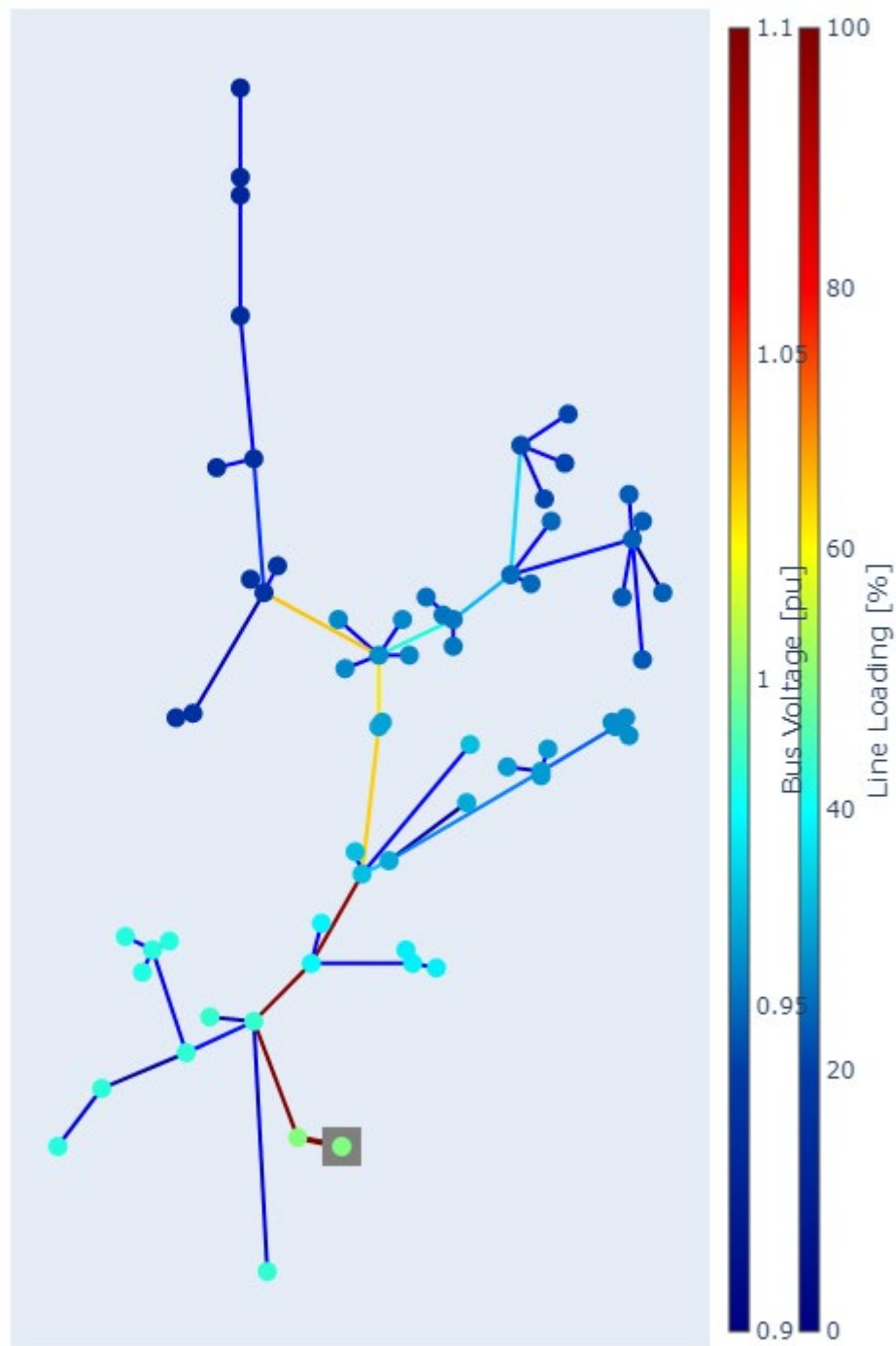


Figura 8: Resultados de la simulación en Python del circuito 2. Fuente: Elaboración propia

Los resultados en los nodos son:

	vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar
1	1.000092	-0.001451	0.000000	0.000000

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar	
2	0.987650	-0.295701	0.000000	0.000000
3	0.979057	-0.502682	0.000000	0.000000
4	0.967297	-0.791784	0.000000	0.000000
5	0.961763	-0.930021	0.000000	0.000000
6	0.956647	-1.059276	0.000000	0.000000
7	0.952300	-1.169935	0.000000	0.000000
8	0.949602	-1.239120	0.000000	0.000000
9	0.947601	-1.290628	0.000000	0.000000
10	0.987311	-0.298173	0.005500	0.000100
11	0.986193	-0.318467	0.000000	0.000000
12	0.985622	-0.327404	0.000000	0.000000
13	0.984806	-0.330198	0.005500	0.000100
14	0.984954	-0.337865	0.000000	0.000000
15	0.984232	-0.339137	0.005500	0.000100
16	0.984449	-0.338754	0.005500	0.000100
17	0.984449	-0.338754	0.005500	0.000100
18	0.986972	-0.298019	0.005500	0.000100
19	0.977895	-0.504744	0.005500	0.000100
20	0.977394	-0.514930	0.000000	0.000000

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar	
21	0.976740	-0.516091	0.005500	0.000100
22	0.977075	-0.516033	0.005500	0.000100
23	0.967020	-0.792749	0.005500	0.000100
24	0.963144	-0.857596	0.005500	0.000100
25	0.962834	-0.862572	0.005500	0.000100
26	0.960347	-0.902152	0.000000	0.000000
27	0.957152	-0.926137	0.005500	0.000100
28	0.960199	-0.902339	0.005500	0.000150
29	0.959830	-0.903087	0.005500	0.000100
30	0.959533	-0.903623	0.005500	0.000100
31	0.956633	-0.927079	0.005500	0.000100
32	0.956781	-0.926810	0.005500	0.000100
33	0.957004	-0.926406	0.005500	0.000100
34	0.961171	-0.931087	0.005500	0.000100
35	0.955681	-1.061029	0.005500	0.000100
36	0.955607	-1.061164	0.005500	0.000100
37	0.955309	-1.061706	0.005500	0.000100
38	0.955830	-1.060758	0.005500	0.000100
39	0.934196	-1.099719	0.000000	0.000000

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar	
40	0.931181	-1.122969	0.000000	0.000000
41	0.929063	-1.139358	0.000000	0.000000
42	0.926843	-1.156612	0.000000	0.000000
43	0.925385	-1.159346	0.005500	0.000100
44	0.924615	-1.160794	0.005500	0.000100
45	0.933070	-1.108421	0.000000	0.000000
46	0.932735	-1.109632	0.005500	0.000100
47	0.951629	-1.171159	0.005500	0.000100
48	0.952076	-1.170343	0.005500	0.000100
49	0.950806	-1.172662	0.005500	0.000100
50	0.966783	-0.792706	0.005500	0.000100
51	0.948928	-1.240350	0.005500	0.000100
52	0.949078	-1.240076	0.005500	0.000100
53	0.942778	-1.263378	0.005500	0.000100
54	0.941949	-1.264905	0.005500	0.000100
55	0.941722	-1.265322	0.005500	0.000100
56	0.942257	-1.265243	0.005500	0.000100
57	0.946705	-1.293820	0.005500	0.000100
58	0.946847	-1.293315	0.005500	0.000100

vm_pu	va_degree	p_mw	q_mvar	
59	0.947463	-1.294207	0.005500	0.000100
60	0.946025	-1.293520	0.005500	0.000100
61	0.946476	-1.292691	0.005500	0.000100
62	0.929882	-1.125391	0.005500	0.000100
63	0.933512	-1.100991	0.005500	0.000100
64	0.933664	-1.100708	0.005500	0.000100

En este caso la mayor caída de tensión ronda el 7%, siendo el máximo permitido. Como hemos utilizado potencia media de los clientes puede haber cierta desviación de error.

4.2 RESULTADOS DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

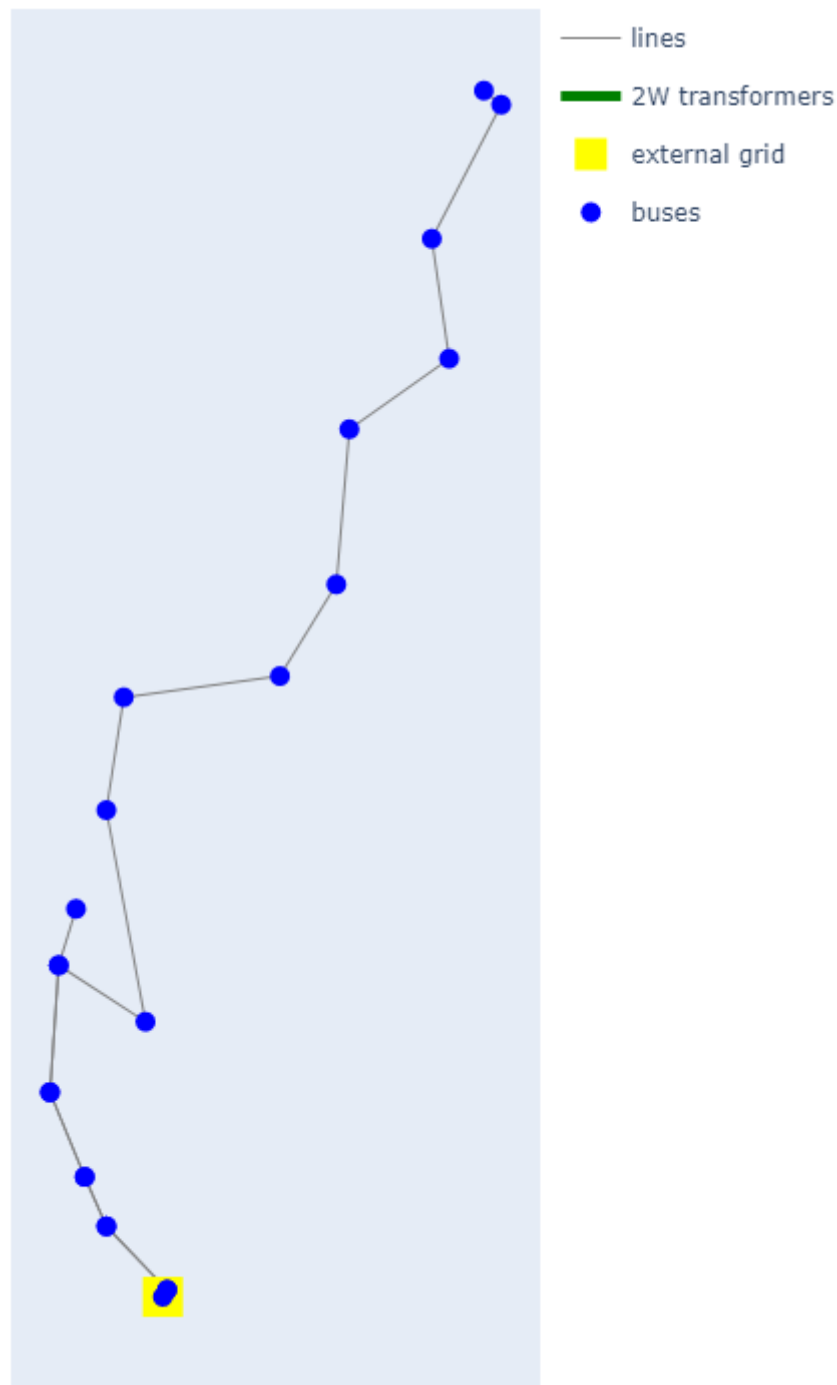


Figura 9: Esquema unifilar de las instalaciones proyectadas en Python. Fuente: Elaboración propia

Resultados de las instalaciones proyectadas:

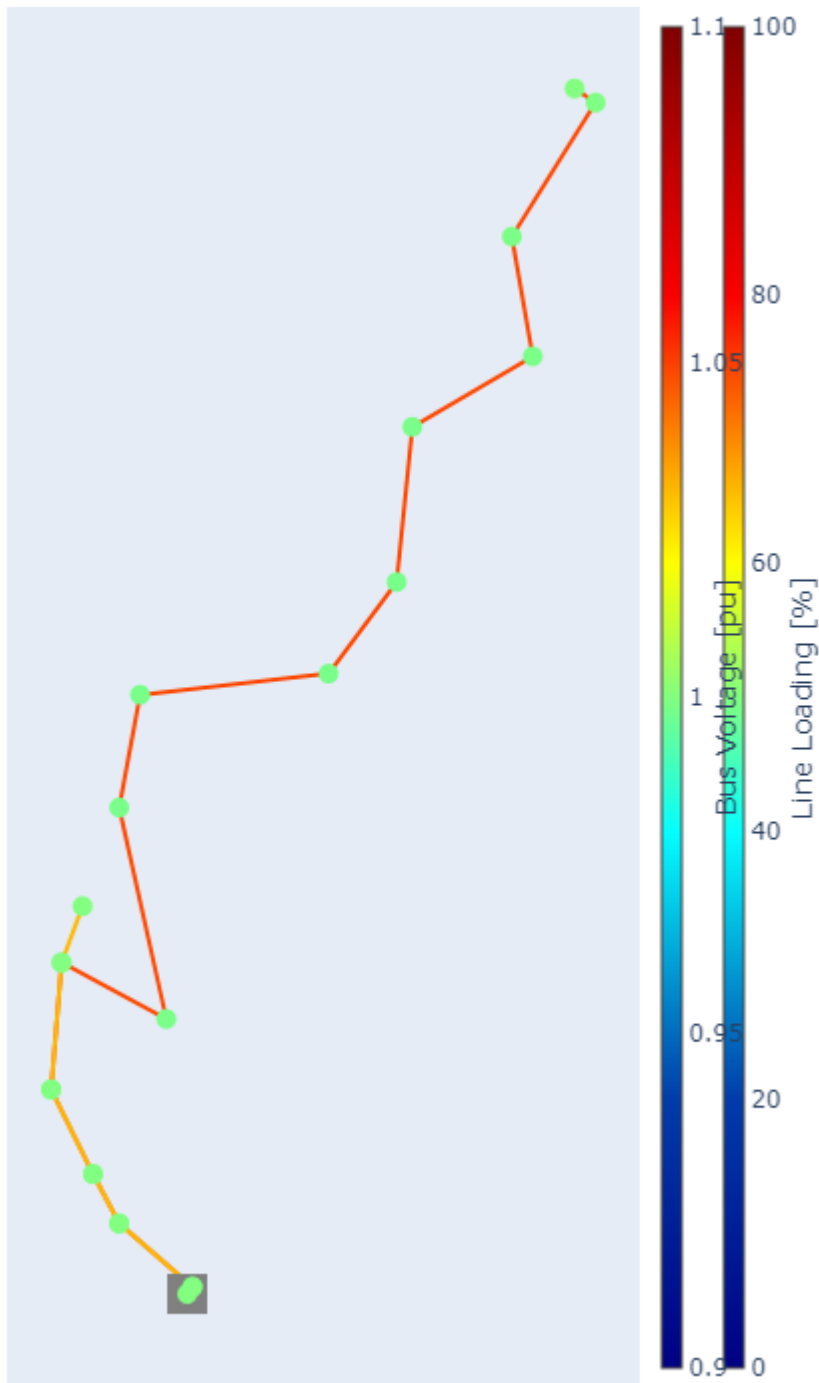


Figura 10: Resultados de la simulación en Python de las instalaciones proyectadas. Fuente: Elaboración propia

Se obtienen tensiones pu prácticamente de 1 con las instalaciones conectadas a la potencia nomina para comprobar la carga de la línea.
En ningún momento la carga de la línea sobrepasa el 90%.

4.3 RESULTADOS TRADO DESCONECTADO DE LA RED, PERO SON LAS INSTALACIONES PROYECTADAS FUNCIONANDO EN MODO ISLA (BLACK START)

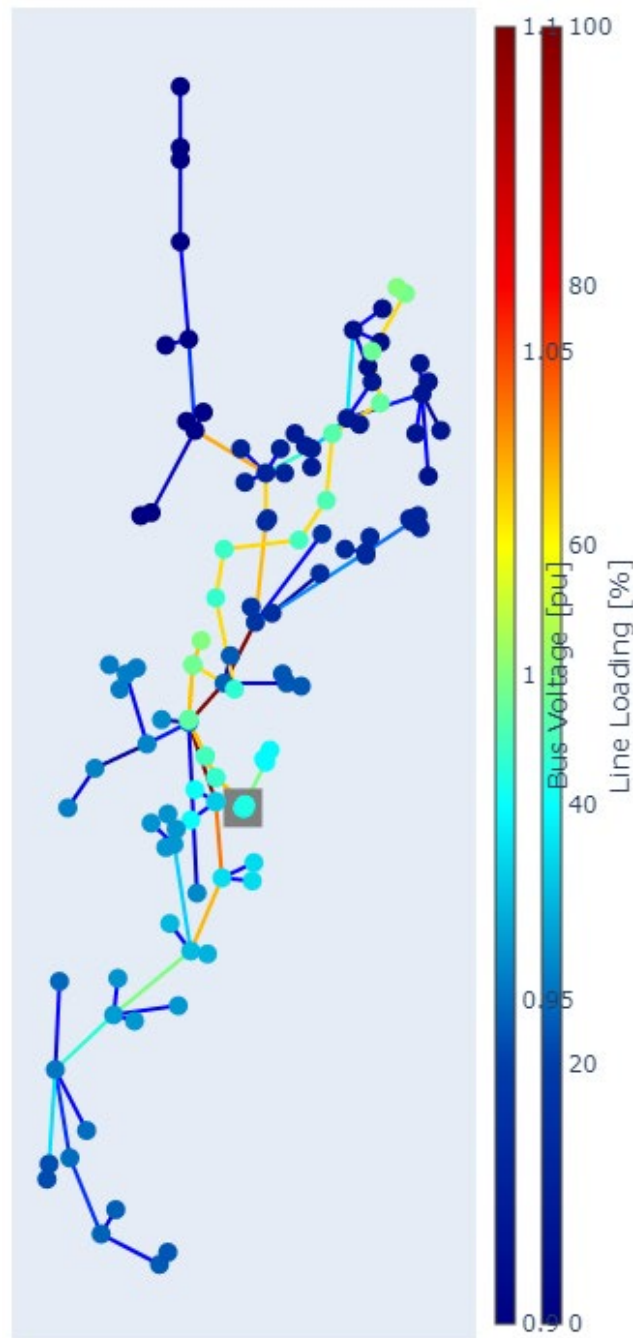


Figura 11: Resultados de la simulación en Python con todas las instalaciones conectadas a los sistemas de generación alternativos en caso de avería de la red principal de suministro. Fuente: Elaboración propia.

Se puede comprobar que las caídas de tensión son prácticamente las mismas, ya que la batería debe suministrar los mismo que el trafo, y las cargas consumen la potencia que demandan.

La mayor caída de tensión coincide con el anexo de cálculos eléctricos con una ligera diferencia de 1V en el circuito 2, que seguiría cumpliendo el 7% de la caída de tensión reglamentario de la distribuidora.

DOCUMENTO N°2:

RELACCION DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

**RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS.
PARCELAS AFECTADAS.**

RELACION DE PROPIETARIOS, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS									
PARCELA Nº	REF. CATASTRAL			TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO SUELO	SERVIDUMBRE ELÉCTRICA		OCUPACIÓN EN PLENO DOMINIO	SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL
	POL. Nº	PARC. Nº	REF. CATASTRAL			ZANJA SUBTERRÁNEA		CONTENEDOR Y ACERA PERIMETRAL	OCUPACIÓN TEMPORAL
						Long. Eje (m).	Superficie ocupada m²	Superficie ocupada m²	Superficie Afectada m²
1	-	04	4337201UN9943N0001WG	Tresviso	Urbano	5	2,5	43	-

RELACION DE PROPIETARIOS, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS									
PARCELA Nº	REF. CATASTRAL			TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO CULTIVO				
	REF. CATASTRAL					SERVIDUMBRE ELÉCTRICA		OCUPACIÓN EN PLENO DOMINIO	SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL
						ZANJA SUBTERRÁNEA		PLANTA SOLAR	OCUPACIÓN TEMPORAL
						POL. Nº	PARC. Nº	Long. Eje (m).	Superficie ocupada m²
2	-	304	39088A00100304	Tresviso	Agrario	1	2	1737	-

RELACION DE PROPIETARIOS, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS									
PARCELA Nº	REF. CATASTRAL			TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO CULTIVO				
	POL. Nº	PARC. Nº	REF. CATASTRAL			SERVIDUMBRE ELÉCTRICA		OCUPACIÓN EN PLENO DOMINIO	SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL
						ZANJA SUBTERRÁNEA		PLANTA SOLAR	OCUPACION TEMPORAL
						Long. Eje (m).	Superficie ocupada m²	Superficie ocupada m²	Superficie Afectada m²
3	-	115	39088A00100115	Tresviso	Agrario			364,55	-

RELACION DE PROPIETARIOS, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS									
PARCELA Nº	REF. CATASTRAL			TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO SUELO				
	POL. Nº	PARC. Nº	REF. CATASTRAL			SERVIDUMBRE ELÉCTRICA		OCUPACIÓN EN PLENO DOMINIO	SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL
						ZANJA SUBTERRÁNEA		ZANJA SUBTERRÁNEA E INVERSOR	OCUPACION TEMPORAL
						Long. Eje (m).	Superficie ocupada m²	Superficie ocupada m²	Superficie Afectada m²
1	-	-	4710601UN6941S	Tresviso	Residencial	15	50	49,56	-

RELACION DE PROPIETARIOS, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS									
PARCELA Nº	REF. CATASTRAL			TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO SUELO	SERVIDUMBRE ELÉCTRICA		OCUPACIÓN EN PLENO DOMINIO	SERVIDUMBRE OCUPACIÓN TEMPORAL
	POL. Nº	PARC. Nº	REF. CATASTRAL			ZANJA SUBTERRÁNEA		ZANJA SUBTERRÁNEA	OCUPACIÓN TEMPORAL
						Long. Eje (m).	Superficie ocupada m²	Superficie ocupada m²	Superficie Afectada m²
1	-	-	4708307UN6940N0001BB	Tresviso	URBANO	13	14	14	-

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS. ORGANISMOS AFECTADOS.

RELACION DE BIENES Y DERECHOS DE ORGANISMOS AFECTADOS			
AFECCIONES	ORGANISMOS AFECTADOS	TIPO DE AFECCIÓN	PUNTOS ENTRE LOS QUE SE PRODUCE LA AFECCIÓN
1	Ayuntamiento de Tresviso	Cruzamiento e implantación en término municipal	Cruzamiento entre CTI TRESVISO (6802), y punto B Y C de planos 04 y 06.

DOCUMENTO N°3

PLANOS

ÍNDICE

01 SITUACIÓN.

02 EMPLAZAMIENTO.

03 PLANTA DE INSTALACIONES EXISTENTES SOBRE ORTOFOTO.

**04 PLANTA DE INSTALACIONES PROYECTADAS SOBRE
ORTOFOTO.**

05 PLANTA DE INSTALACIONES EXISTENTES SOBRE CATASTRO.

06 PLANTA DE INSTALACIONES PROYECTADAS SOBRE CATASTRO.

07 ZANJA TIPO 4 TUBOS (CALZADA).

08 MARCO Y TAPA DE ARQUETA.

09 ARQUETA TIPO PREFABRICADA.

10 EQUIPAMIENTO PARA ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS.

11 PANEL SOLAR CANADIAN SOLAR

12 PLANO DE CIMENTACIÓN Y ARQUETA DE ACOMETIDA.

13 CUADRO DE PROTECCION AC ZGR STOR. BPC3.

14 ESQUEMA UNIFILAR CIRCUITO 1

15 ESQUEMA UNIFILAR CIRCUITO 2

16 ESQUEMA UNIFILAR CONEXIÓN CTI

17 ESQUEMA SERVICIOS AUXILIARES.

18 ESQUEMA COMUNICACIONES CONTENEDOR ZIGOR.

**19 PANEL DE CONEXIONES CUADRO DE PROTECCIÓN
ZIGOR STORAGE BPC3 300.**

20 ESQUEMA BORNERO CUADRO ACOMETIDA.

21 ESQUEMA BORNERO BPC3 INVERSOR.

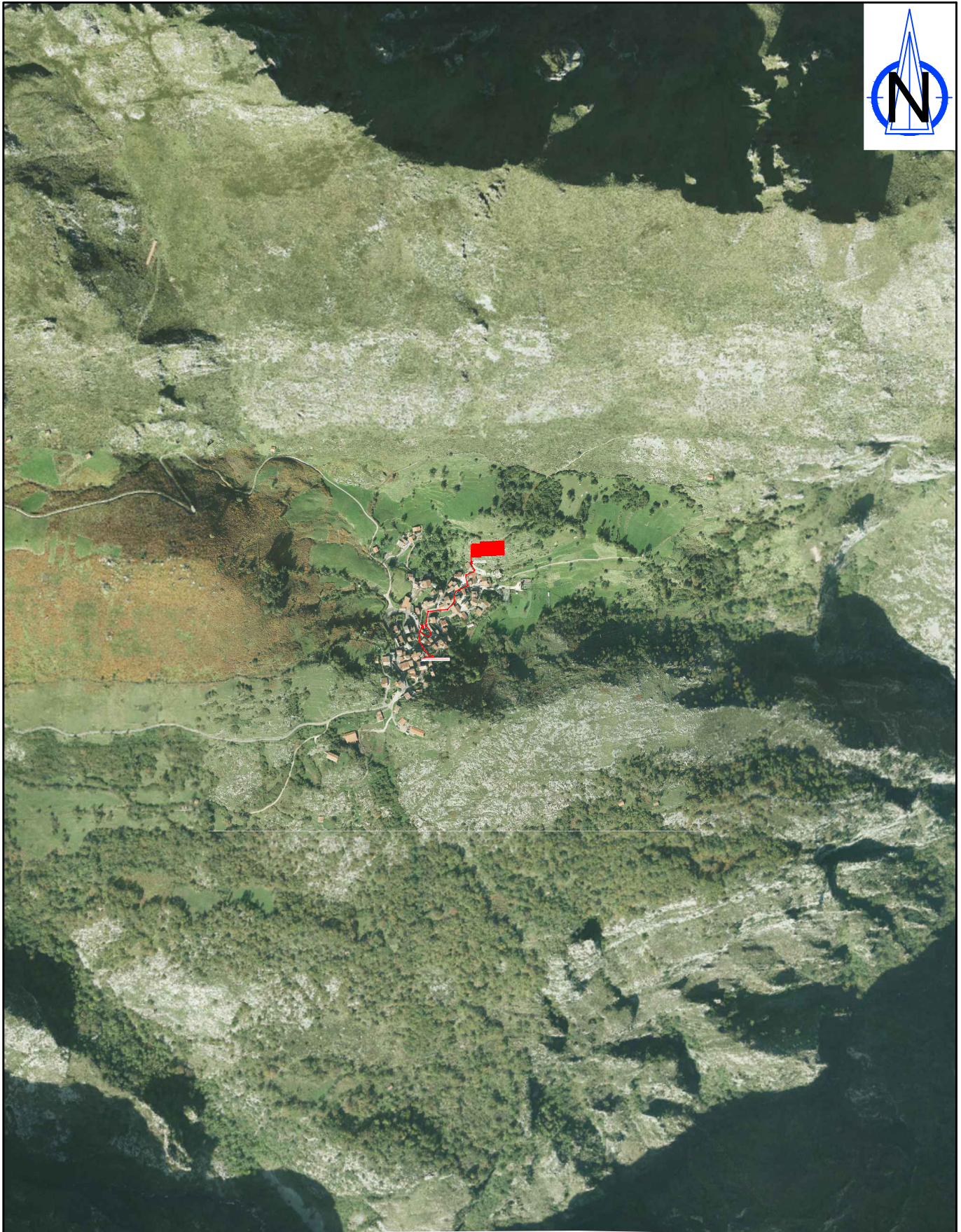
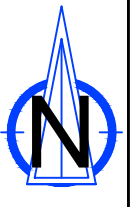
22 ESQUEMA BORNERO VENTILADOR.

23 ESQUEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

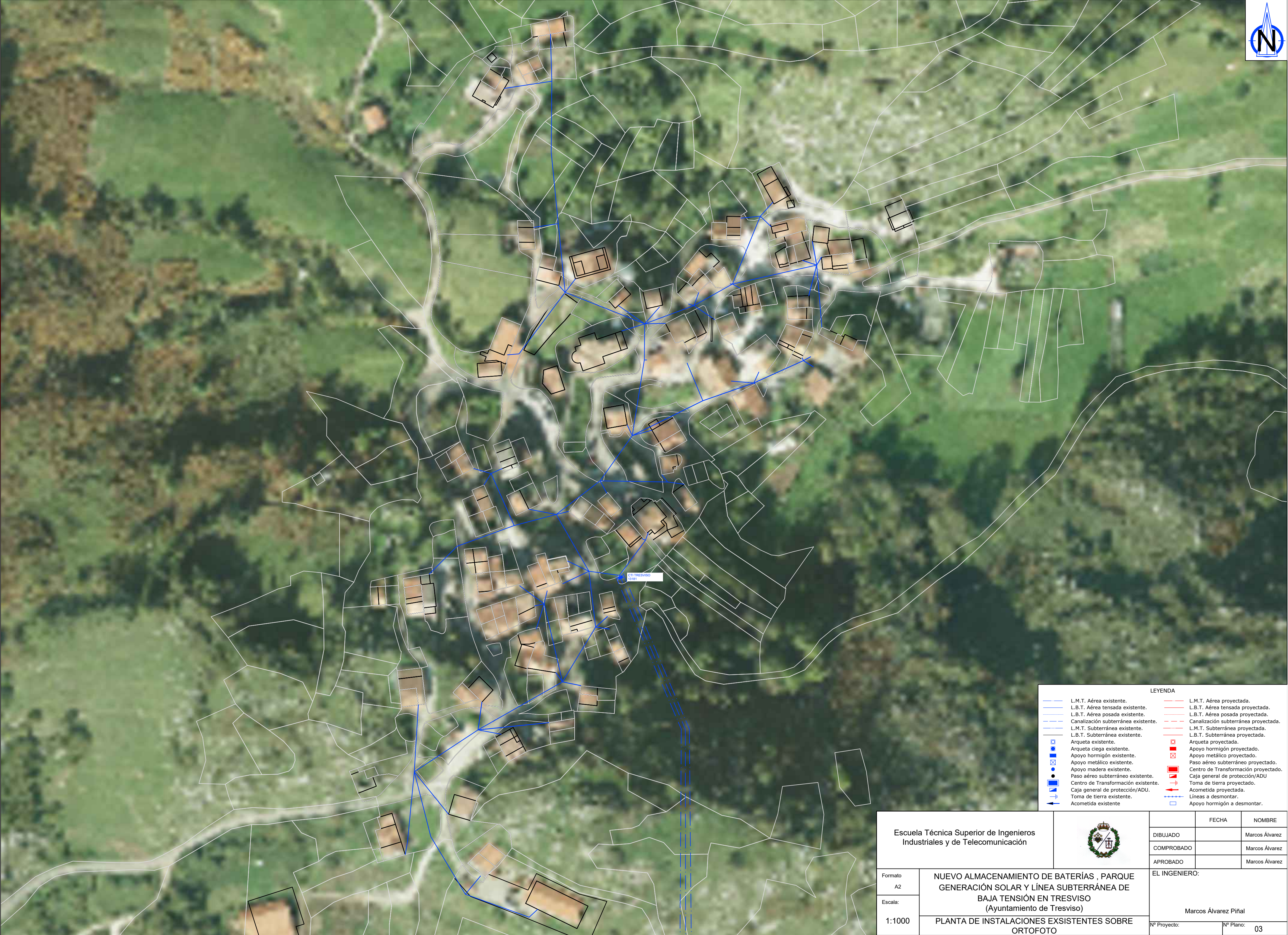
**24 ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN
SOLAR FOTOVOLTAICA**



Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación					FECHA	NOMBRE
				DIBUJADO		Marcos Álvarez
				COMPROBADO		Marcos Álvarez
				APROBADO		Marcos Álvarez
Formato	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)	EL INGENIERO Marcos Álvarez Piñal				
A4						
Escala:						
1:25000	SITUACIÓN	Nº Proyecto:		Nº Plano: 01		



Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A4	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO		
Escala: 1:10000			Marcos Álvarez Piñal		
EMPLAZAMIENTO		Nº Proyecto:		Nº Plano:	02



LEYENDA			
	L.M.T. Aérea existente.		L.M.T. Aérea proyectada.
	L.B.T. Aérea tensada existente.		L.B.T. Aérea tensada proyectada.
	L.B.T. Aérea posada existente.		L.B.T. Aérea posada proyectada.
	Canalización subterránea existente.		Canalización subterránea proyectada.
	L.M.T. Subterránea existente.		L.M.T. Subterránea proyectada.
	L.B.T. Subterránea existente.		L.B.T. Subterránea proyectada.
	Arqueta existente.		Arqueta proyectada.
	Arqueta ciega existente.		Arqueta proyectada.
	Apoyo hormigón existente.		Apoyo hormigón proyectado.
	Apoyo metálico existente.		Apoyo metálico proyectado.
	Apoyo madera existente.		Paso aéreo subterráneo proyectado.
	Paso aéreo subterráneo existente.		Centro de Transformación proyectado.
	Centro de Transformación existente.		Caja general de protección/ADU
	Caja general de protección/ADU.		Toma de tierra proyectado.
	Toma de tierra existente.		Acometida proyectada.
	Acometida existente.		Líneas a desmontar.
			Apoyo hormigón a desmontar.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A2	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO:		
Escala: 1:1000			Marcos Álvarez Piñal		
		PLANTA DE INSTALACIONES EXISTENTES SOBRE ORTOFOTO	Nº Proyecto:	Nº Plano:	03

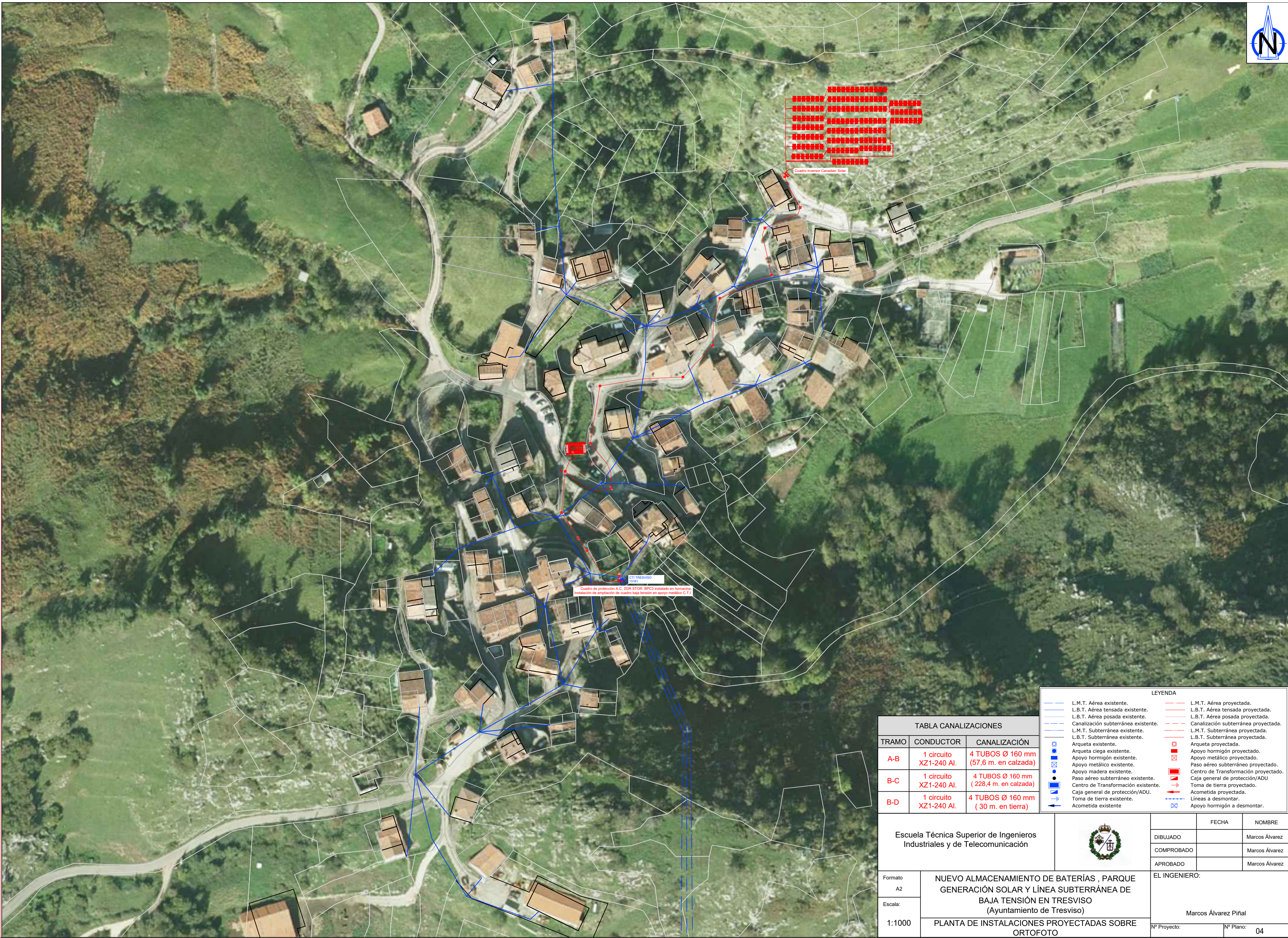
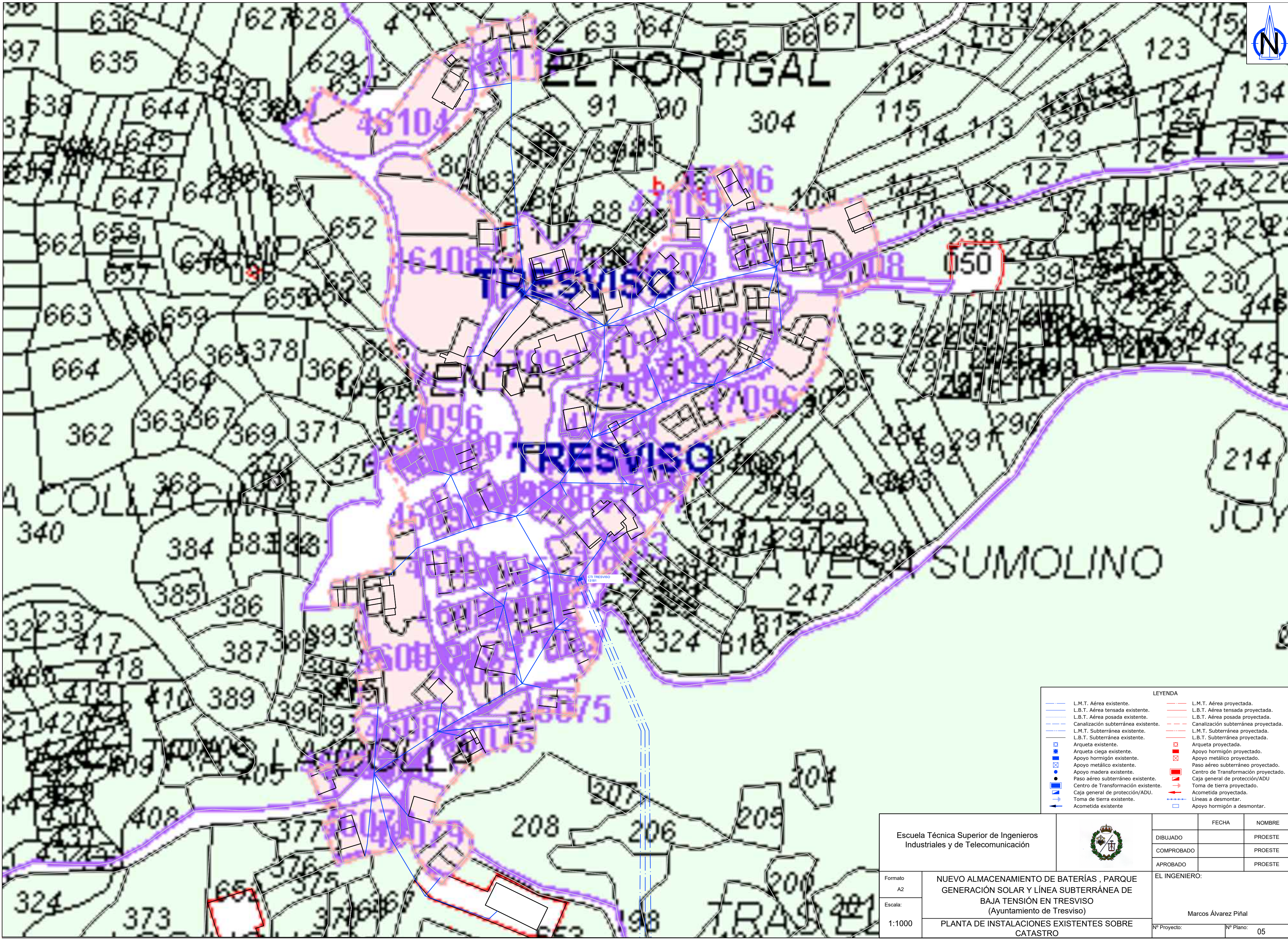


TABLA CANALIZACIONES		
TRAMO	CONDUCTOR	CANALIZACIÓN
A-B	1 circuito XZ1-240 Al.	4 TUBOS Ø 160 mm (57,6 m. en calzada)
B-C	1 circuito XZ1-240 Al.	4 TUBOS Ø 160 mm (228,4 m. en calzada)
B-D	1 circuito XZ1-240 Al.	4 TUBOS Ø 160 mm (30 m. en tierra)

LEYENDA	
	L.M.T. Aérea existente.
	L.B.T. Aérea tensada existente.
	L.B.T. Aérea posada existente.
	Canalización subterránea existente.
	L.M.T. Subterránea existente.
	L.B.T. Subterránea existente.
	Arqueta existente.
	Arqueta ciega existente.
	Apoyo hormigón existente.
	Apoyo metálico existente.
	Apoyo madera existente.
	Paso aéreo subterráneo existente.
	Centro de Transformación existente.
	Caja general de protección/ADU.
	Toma de tierra existente.
	Acometida existente.
	L.M.T. Aérea proyectada.
	L.B.T. Aérea tensada proyectada.
	L.B.T. Aérea posada proyectada.
	Canalización subterránea proyectada.
	L.M.T. Subterránea proyectada.
	L.B.T. Subterránea proyectada.
	Arqueta proyectada.
	Apoyo hormigón proyectado.
	Apoyo metálico proyectado.
	Paso aéreo subterráneo proyectado.
	Centro de Transformación proyectado.
	Caja general de protección/ADU.
	Toma de tierra proyectado.
	Acometida proyectada.
	Líneas a desmontar.
	Apoyo hormigón a desmontar.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A2	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO:		
Escala: 1:1000			Marcos Álvarez Piñal		
PLANTA DE INSTALACIONES PROYECTADAS SOBRE ORTOFOTO		Nº Proyecto:	Nº Plano: 04		

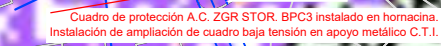
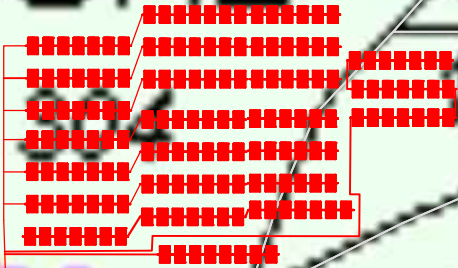
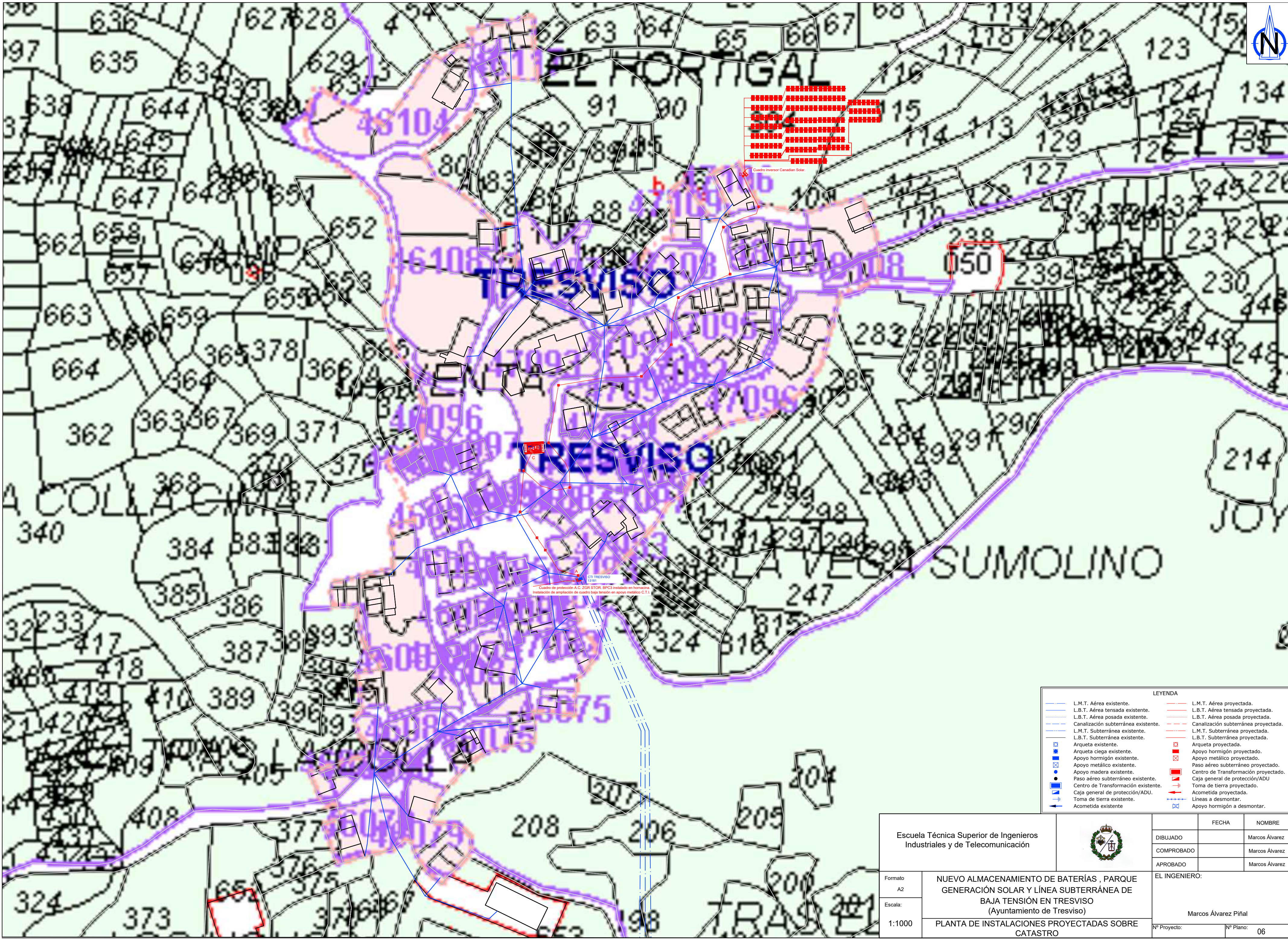


LEYENDA			
	L.M.T. Aérea existente.		L.M.T. Aérea proyectada.
	L.B.T. Aérea tensada existente.		L.B.T. Aérea tensada proyectada.
	L.B.T. Aérea posada existente.		L.B.T. Aérea posada proyectada.
	Canalización subterránea existente.		Canalización subterránea proyectada.
	L.M.T. Subterránea existente.		L.M.T. Subterránea proyectada.
	L.B.T. Subterránea existente.		L.B.T. Subterránea proyectada.
	Arqueta existente.		Arqueta proyectada.
	Arqueta ciega existente.		Arqueta proyectada.
	Apoyo hormigón existente.		Apoyo hormigón proyectado.
	Apoyo metálico existente.		Apoyo metálico proyectado.
	Apoyo madera existente.		Apoyo madera proyectado.
	Paso aéreo subterráneo existente.		Paso aéreo subterráneo proyectado.
	Centro de Transformación existente.		Centro de Transformación proyectado.
	Caja general de protección/ADU.		Caja general de protección/ADU.
	Toma de tierra existente.		Toma de tierra proyectada.
	Acometida existente.		Acometida proyectada.
			Líneas a desmontar.
			Apoyo hormigón a desmontar.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
Formato A2		DIBUJADO			PROESTE
Escala: 1:1000		COMPROBADO			PROESTE
		APROBADO			PROESTE
		EL INGENIERO:			
		Marcos Álvarez Piñal			
		Nº Proyecto:		Nº Plano: 05	

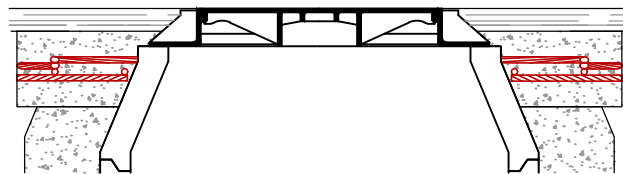
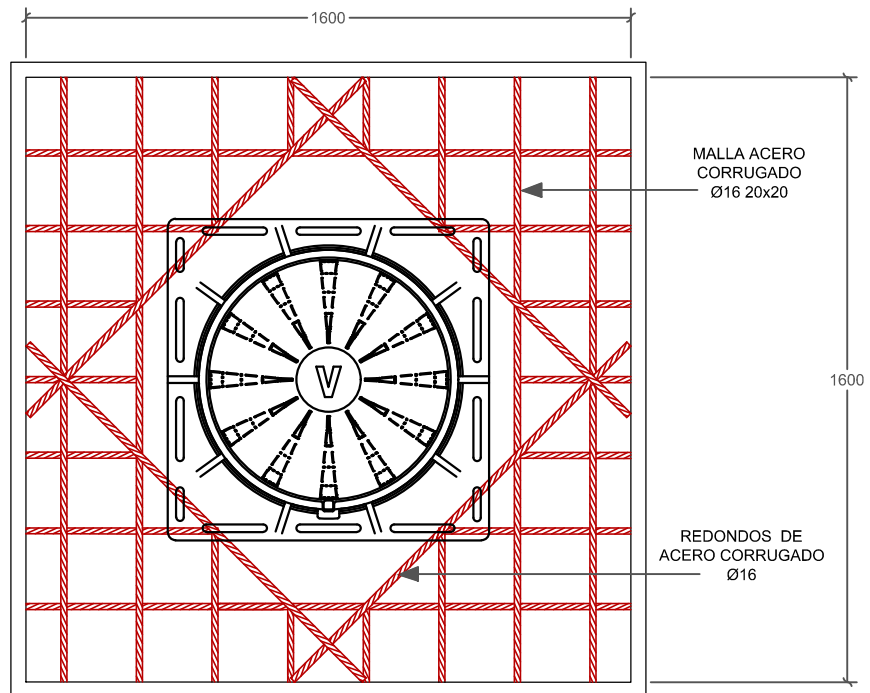
NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)

PLANTA DE INSTALACIONES EXISTENTES SOBRE CATASTRO

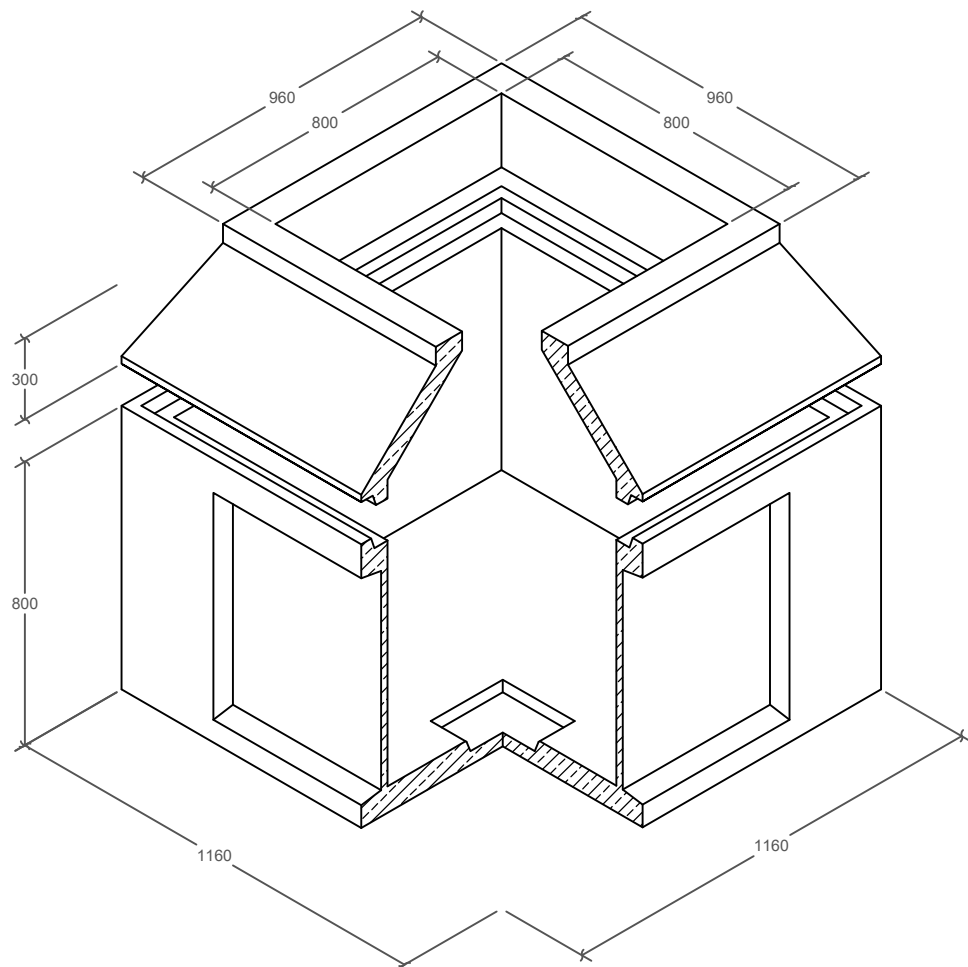
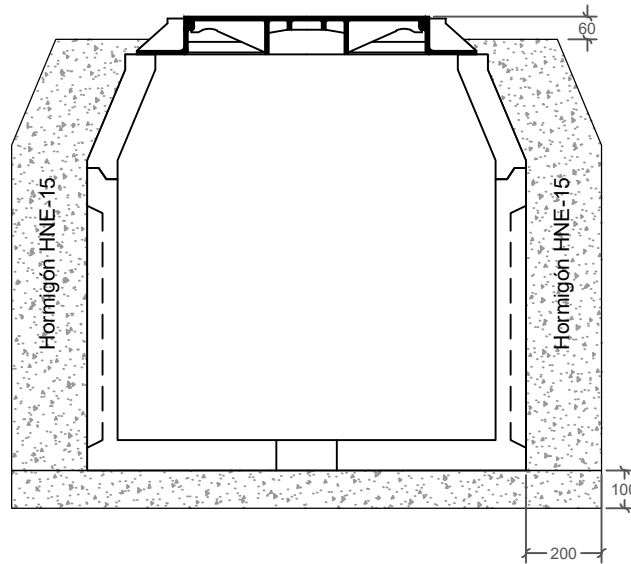


LEYENDA	
L.M.T. Aérea existente.	L.M.T. Aérea proyectada.
L.B.T. Aérea tensada existente.	L.B.T. Aérea tensada proyectada.
L.B.T. Aérea posada existente.	L.B.T. Aérea posada proyectada.
Canalización subterránea existente.	Canalización subterránea proyectada.
L.M.T. Subterránea existente.	L.M.T. Subterránea proyectada.
L.B.T. Subterránea existente.	L.B.T. Subterránea proyectada.
Arqueta existente.	Arqueta proyectada.
Arqueta ciega existente.	Arqueta proyectada.
Apoyo hormigón existente.	Apoyo hormigón proyectado.
Apoyo metálico existente.	Apoyo metálico proyectado.
Apoyo madera existente.	Paso aéreo subterráneo proyectado.
Paso aéreo subterráneo existente.	Centro de Transformación proyectado.
Centro de Transformación existente.	Caja general de protección/ADU
Caja general de protección/ADU.	Toma de tierra proyectada.
Toma de tierra existente.	Acometida proyectada.
Acometida existente.	Líneas a desmontar.
	Apoyo hormigón a desmontar.

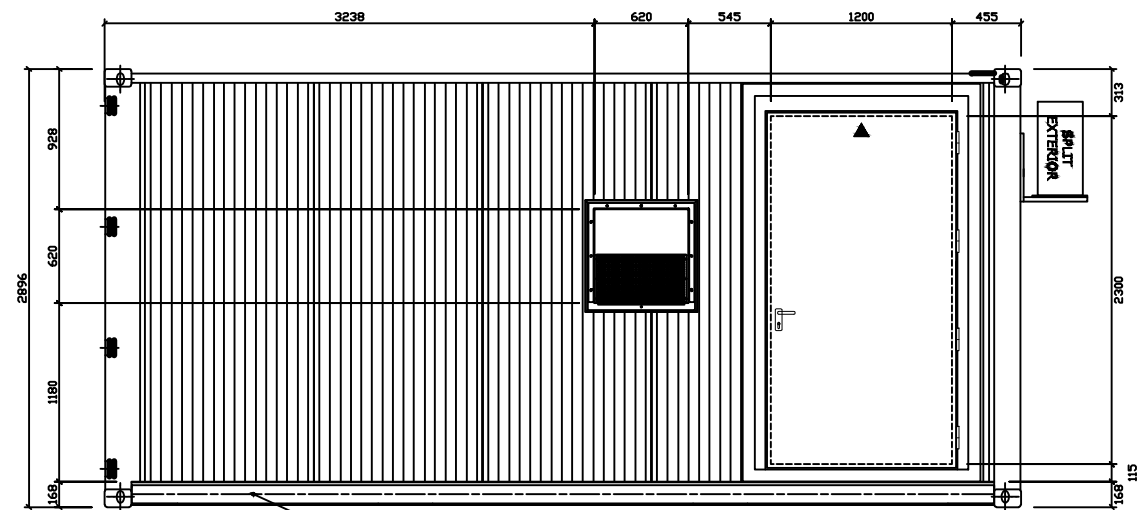
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación			FECHA		NOMBRE	
			DIBUJADO		Marcos Álvarez	
			COMPROBADO		Marcos Álvarez	
			APROBADO		Marcos Álvarez	
Formato A2	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO: Marcos Álvarez Piñal			
Escala: 1:1000						
PLANTA DE INSTALACIONES PROYECTADAS SOBRE CATASTRO		Nº Proyecto:		Nº Plano: 06		



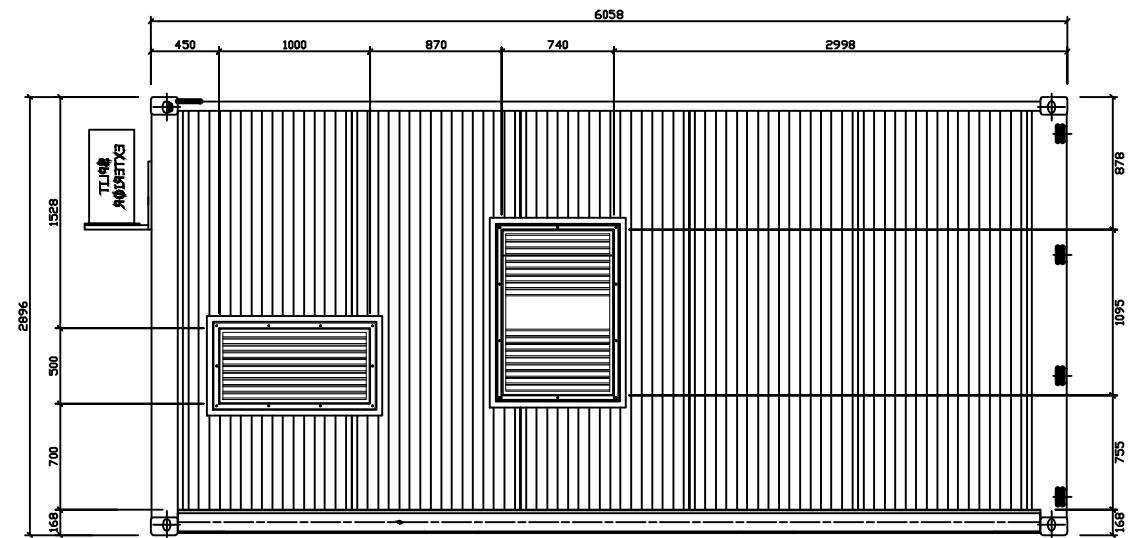
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A4	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento deTresviso)		EL INGENIERO INDUSTRIAL:		
Marcos Álvarez Piñal					
Escala: 1:20	MARCO Y TAPA DE ARQUETA		Nº Proyecto:		Nº Plano: 8



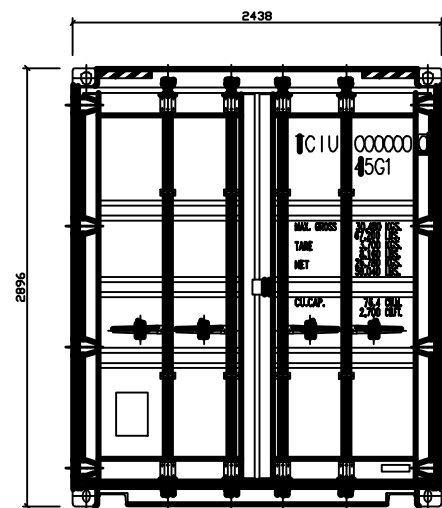
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO : Marcos Álvarez Piñal		
A4					
Escala:					
1:20	ARQUETA TIPO PREFABRICADA.		Nº Proyecto:		Nº Plano: 09



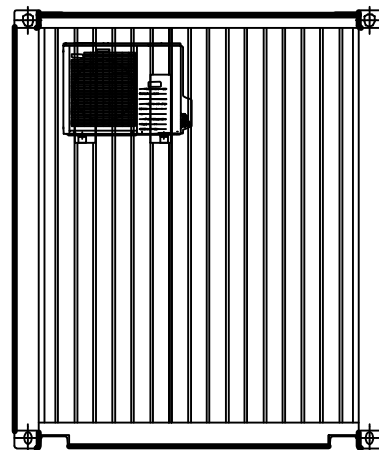
REFUERZO PLATABANDA
ALZADO FRONTAL



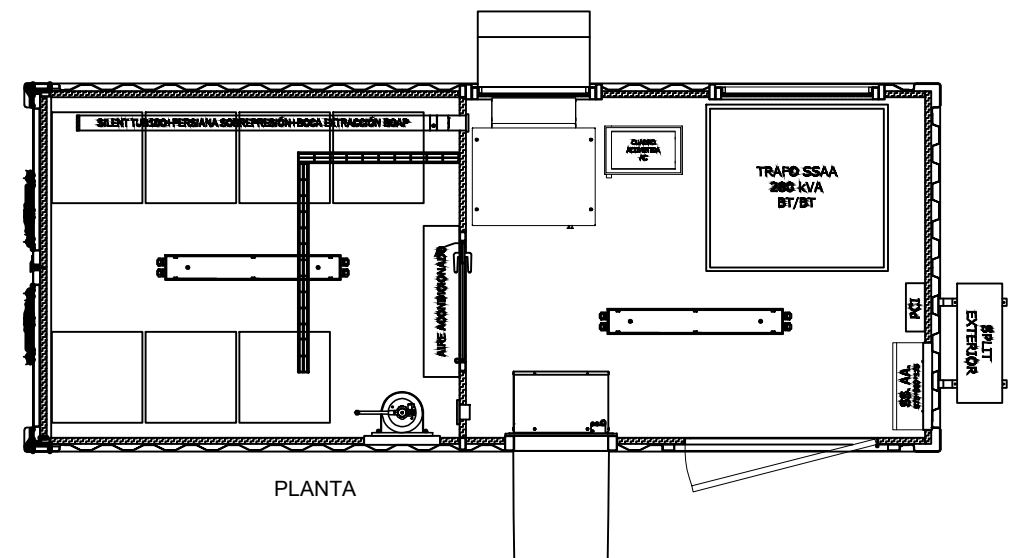
ALZADO POSTERIOR



ALZADO IZQUIERDO



ALZADO DERECHO

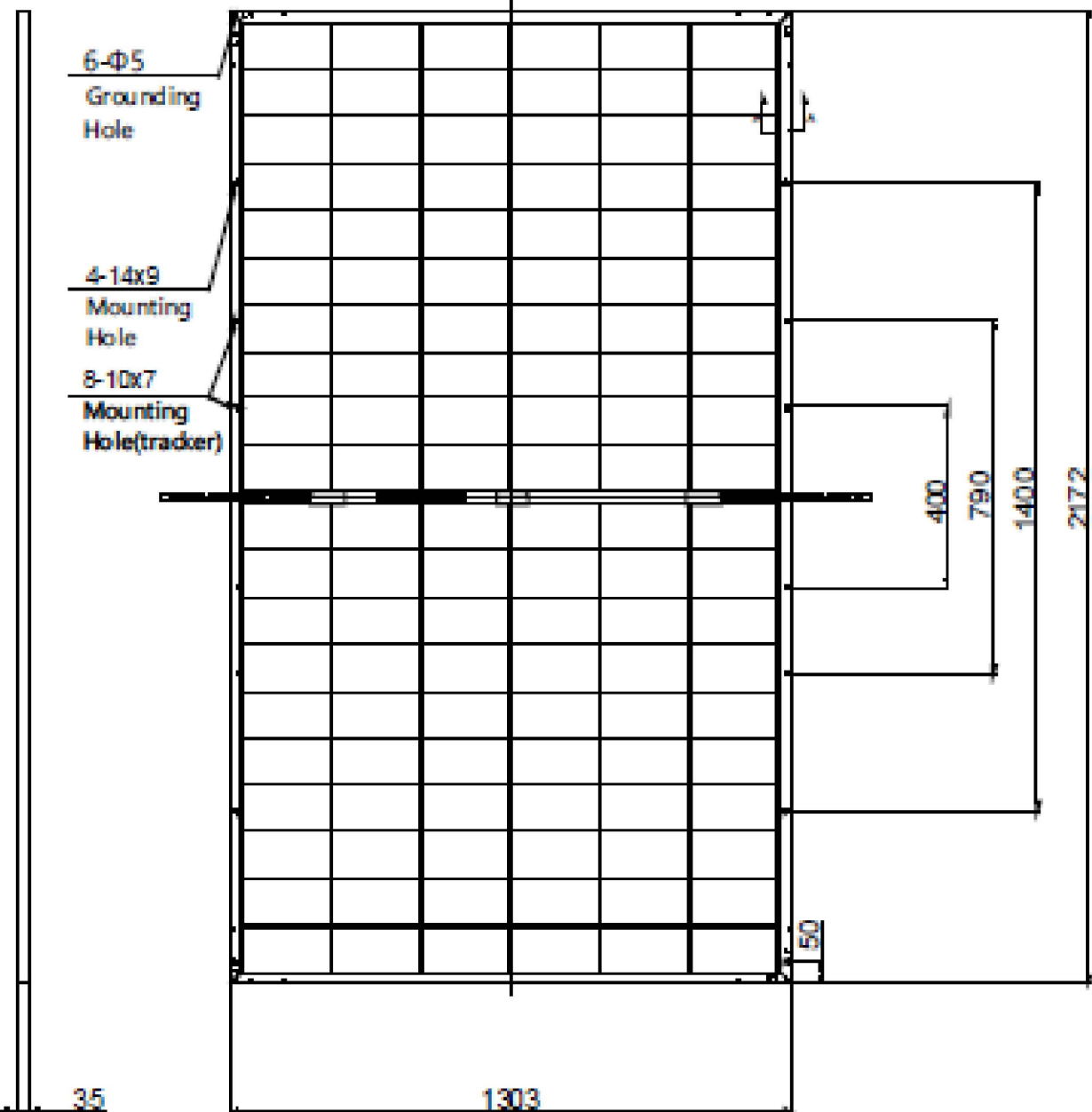


PLANTA

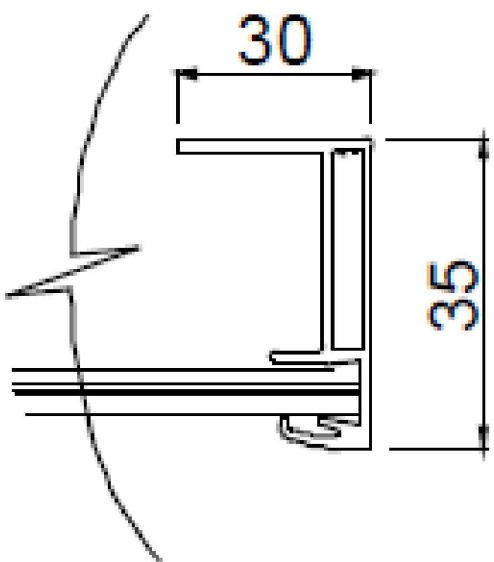
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
Escala: 1:50			Marcos Álvarez Piñal		
			Nº Proyecto:	Nº Plano:	10

ENGINEERING DRAWING (mm)

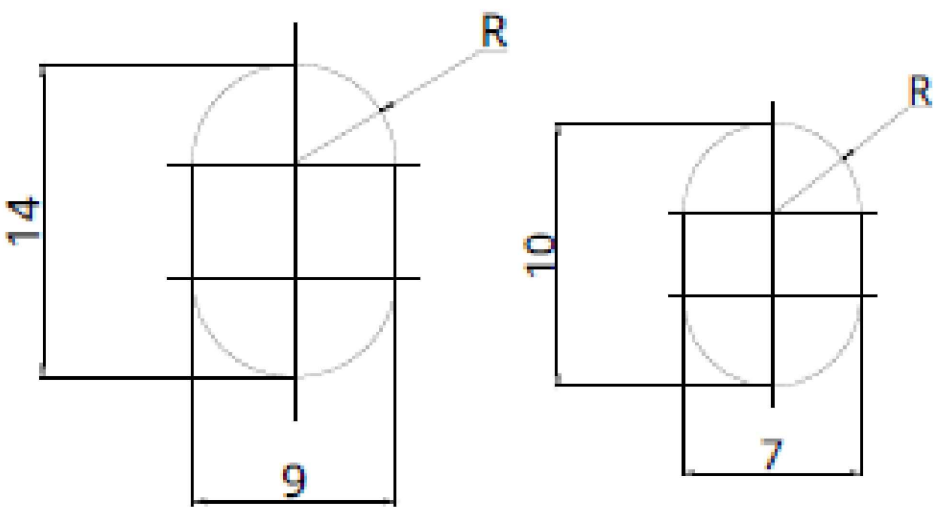
Rear View



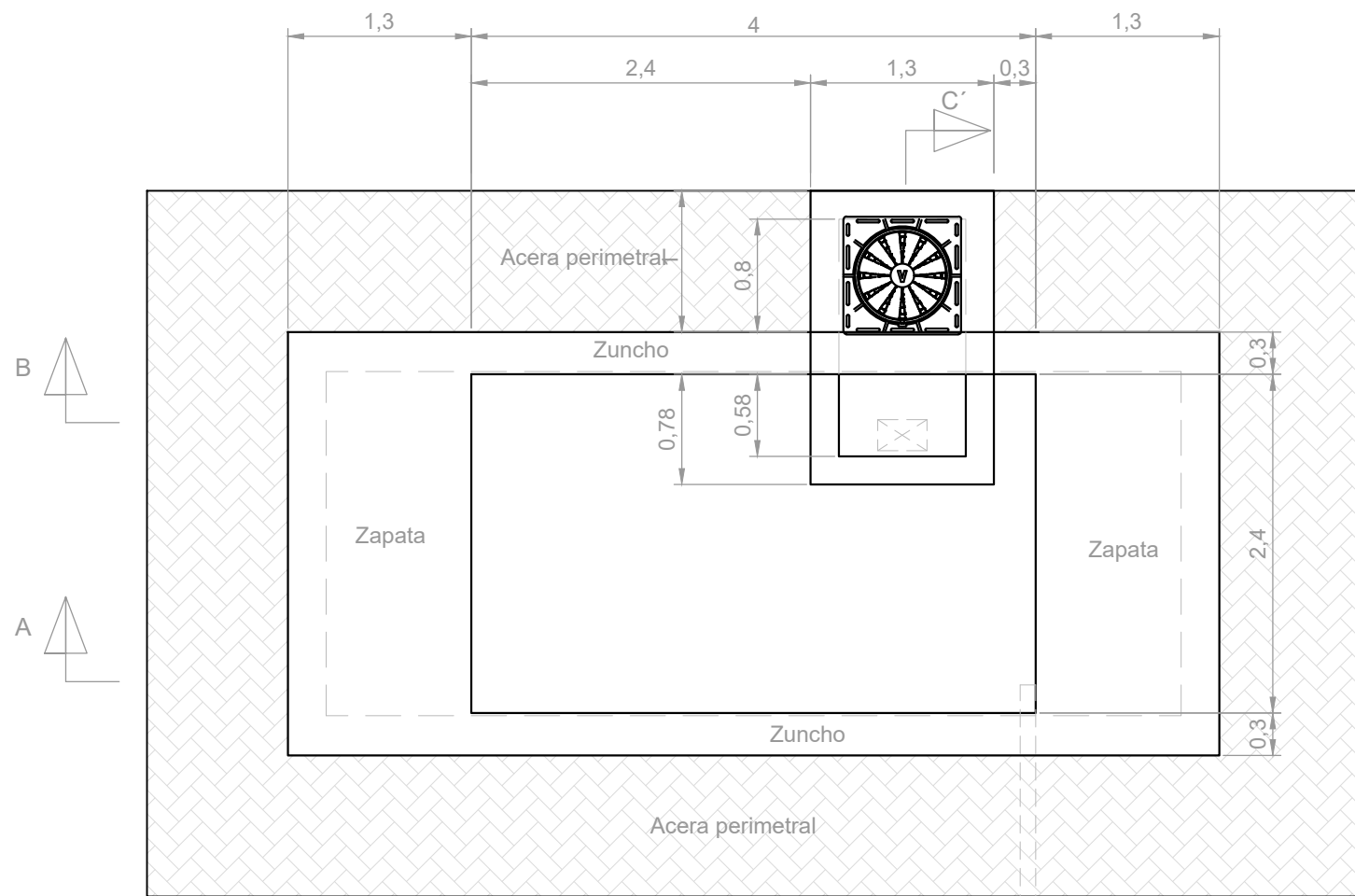
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



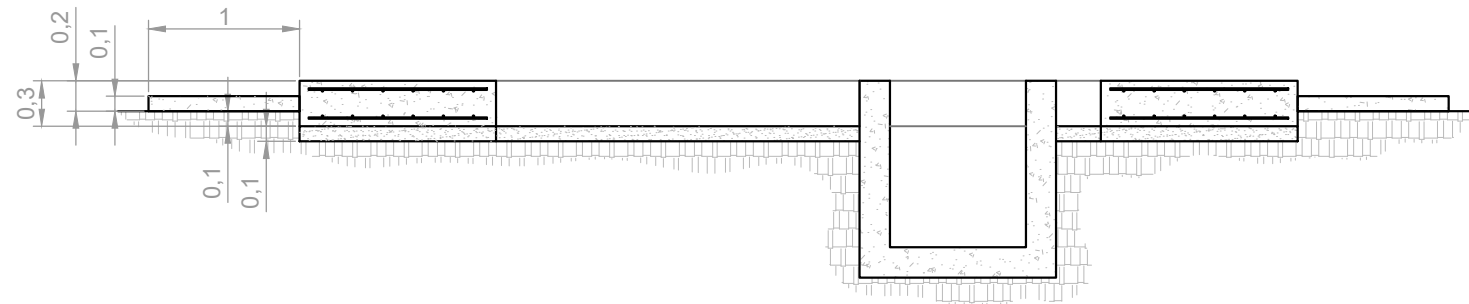
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO Marcos Álvarez Piñal		
Escala: S/E.					
PLANO PANEL SOLAR CANADIAN SOLAR		Nº Proyecto:		Nº Plano:	11



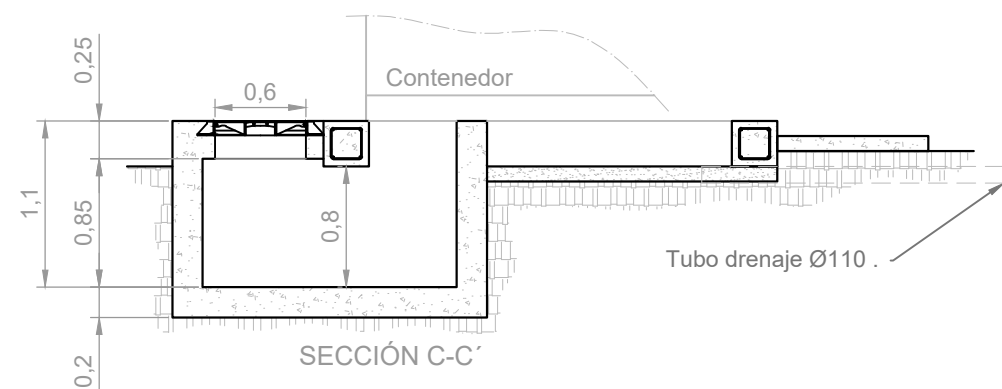
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y ARQUETA DE ACOMETIDA



SECCIÓN A-A'

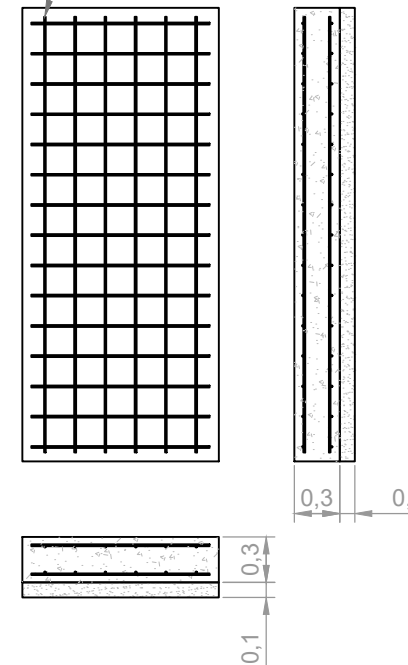


SECCIÓN B-B'



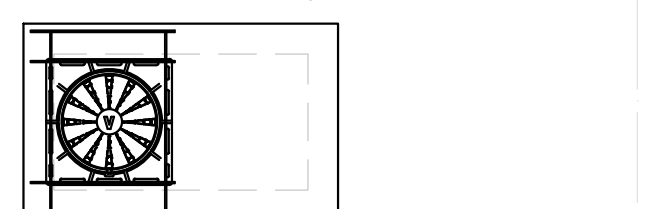
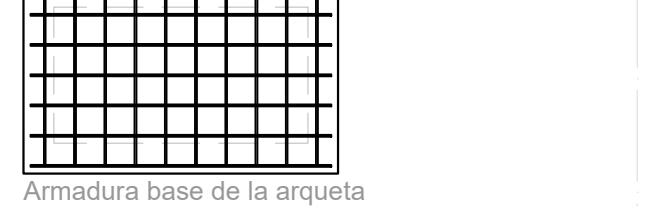
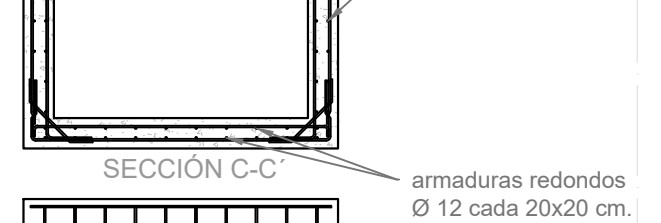
SECCIÓN C-C'

armadura superior e inferior
redondos Ø 12 cada 20x20 cm.



DETALLE ARMADURA ZAPATAS.

armaduras redondos
Ø 12 cada 20x20 cm.



Armadura parte superior de la arqueta

DETALLE ARMADURA ARQUETA ACOMETIDA

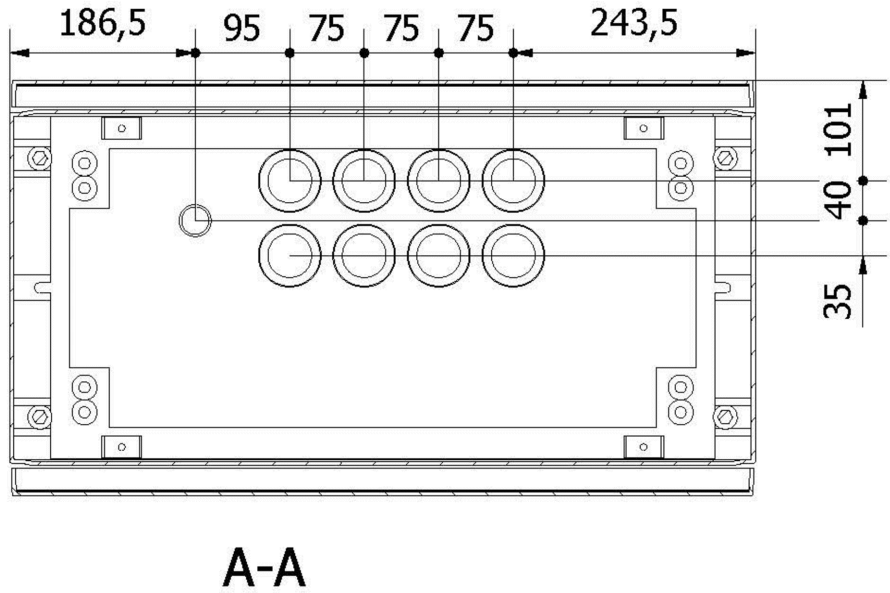
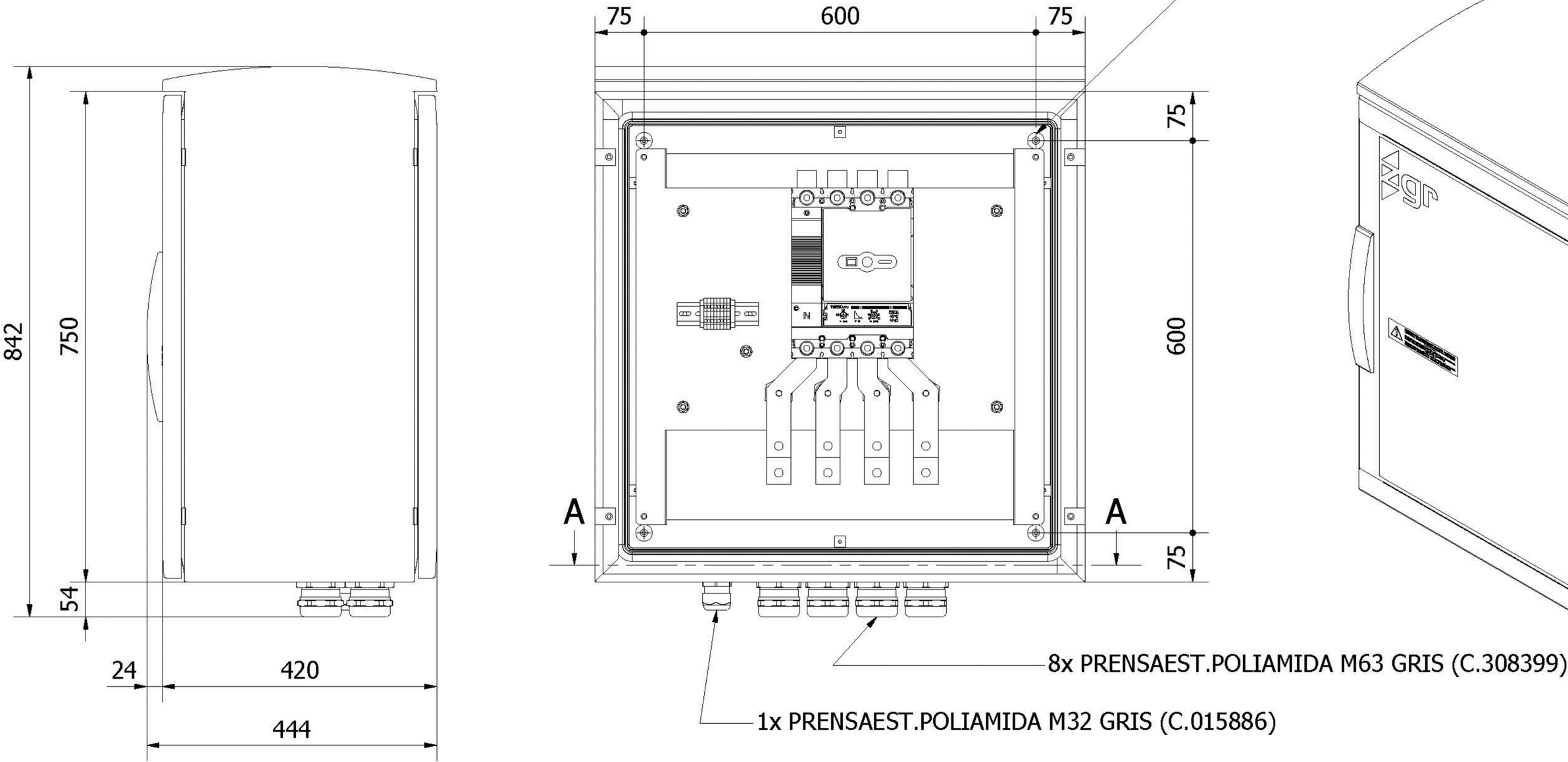
4 Ø12 . Estribos Ø8 cada 30 cm.



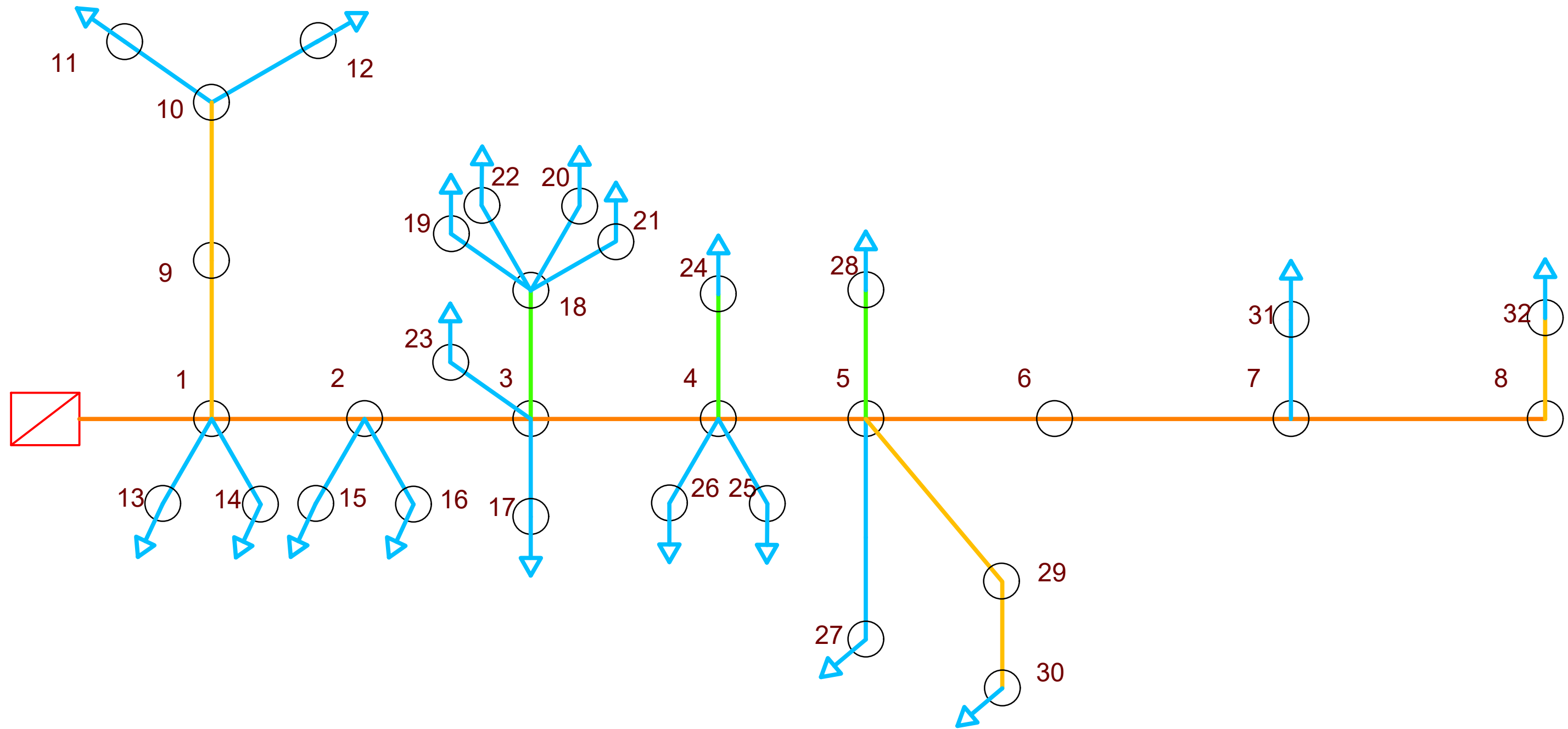
DETALLE ARMADURA ZUNCHOS

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
Marcos Álvarez Piñal					
Escala: 1:50	PLANO DE CIMENTACIÓN Y ARQUETA DE ACOMETIDA.		Nº Proyecto:		Nº Plano: 12

COTAS PARA EL MECANIZADO DE FIJACIÓN DEL COFRE SOBRE PARED
(FIJACIÓN DESDE EL INTERIOR DEL COFRE. VER DETALLE EAV7532501-01)

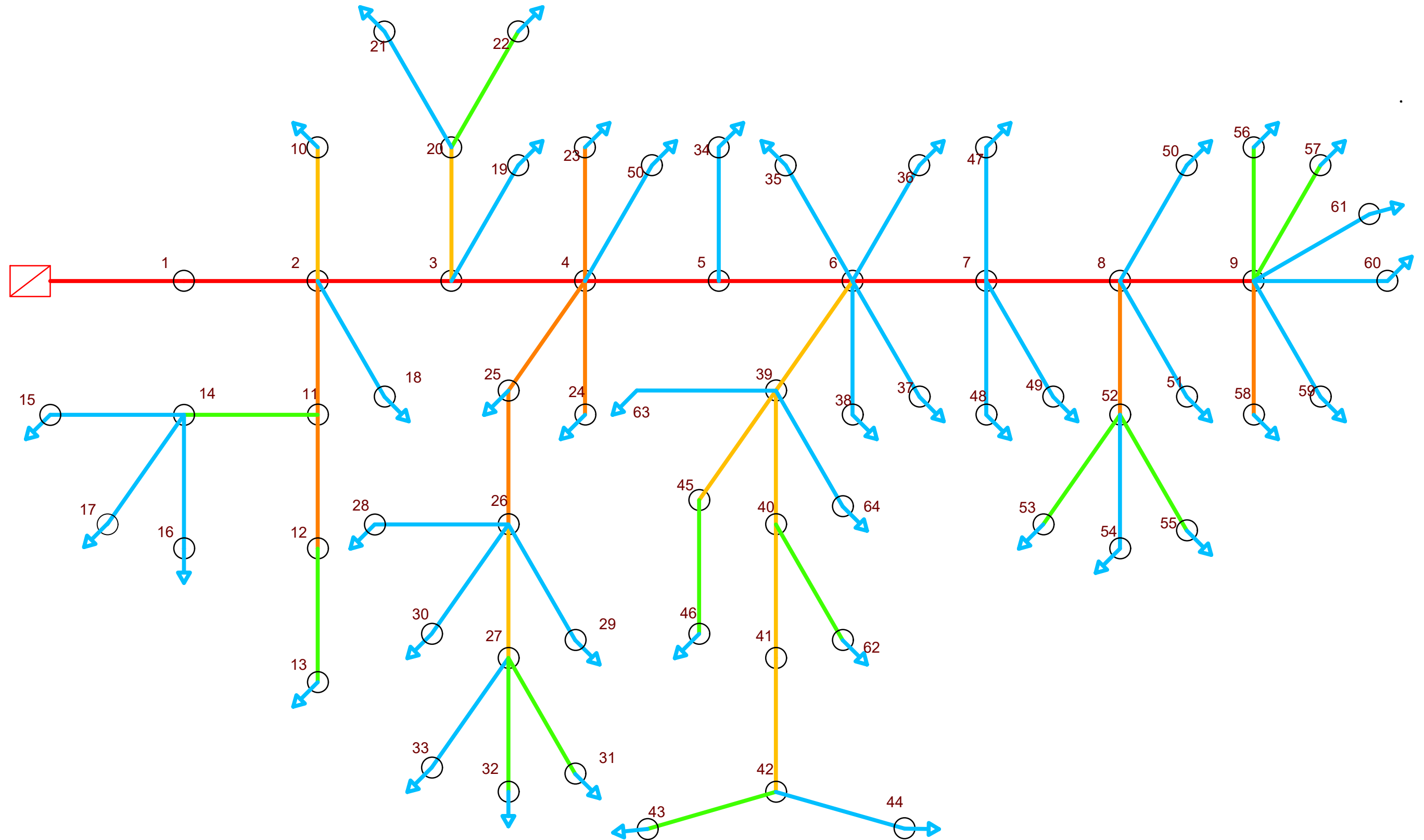


Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
				DIBUJADO	Marcos Álvarez
				COMPROBADO	Marcos Álvarez
				APROBADO	Marcos Álvarez
Formato	A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :	
Escala:	S/E.			Marcos Álvarez Piñal	
		CUADRO PROTECCIÓN AC ZGR STOR.BPC3.		Nº Proyecto:	Nº Plano: 13

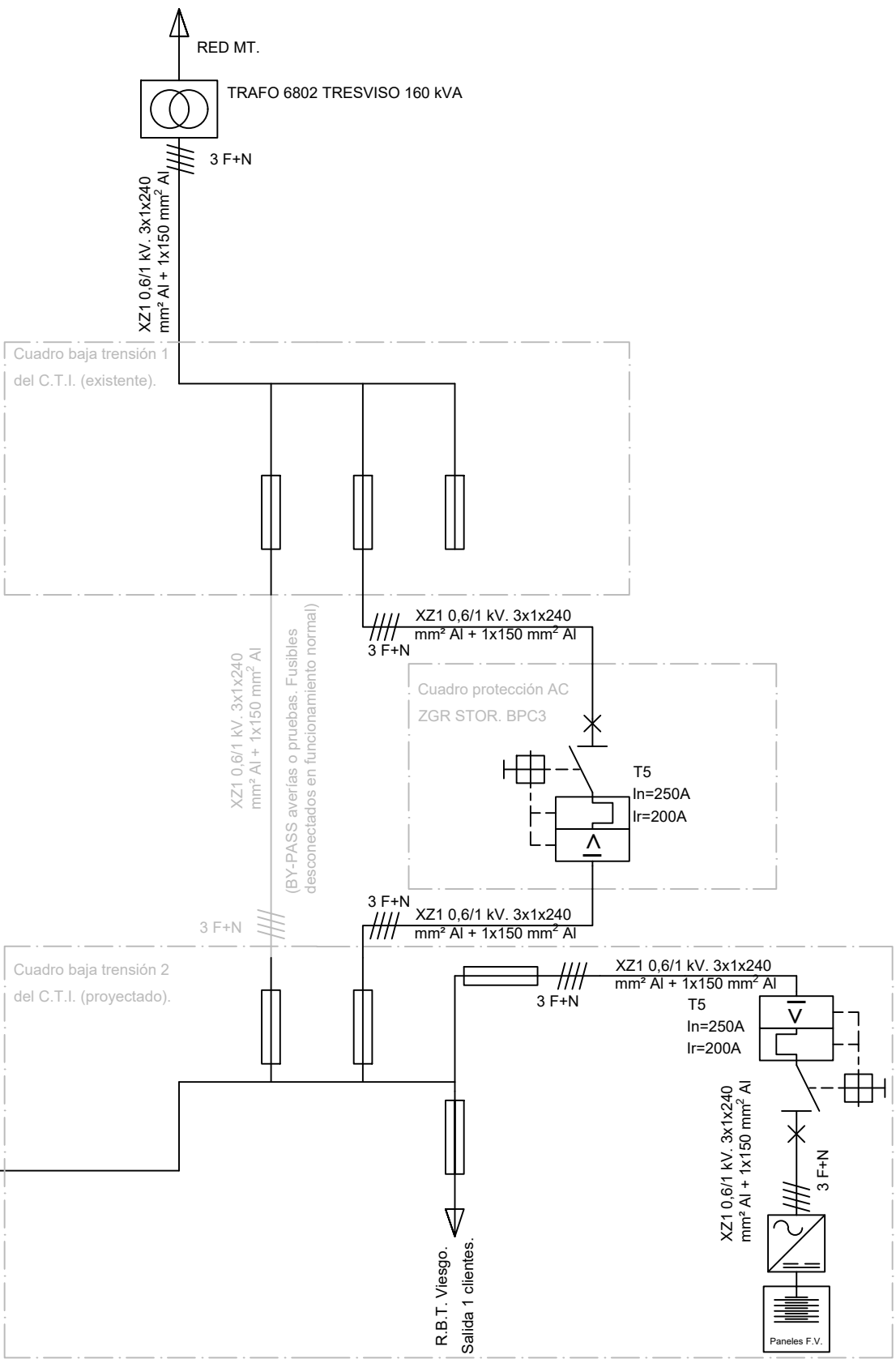
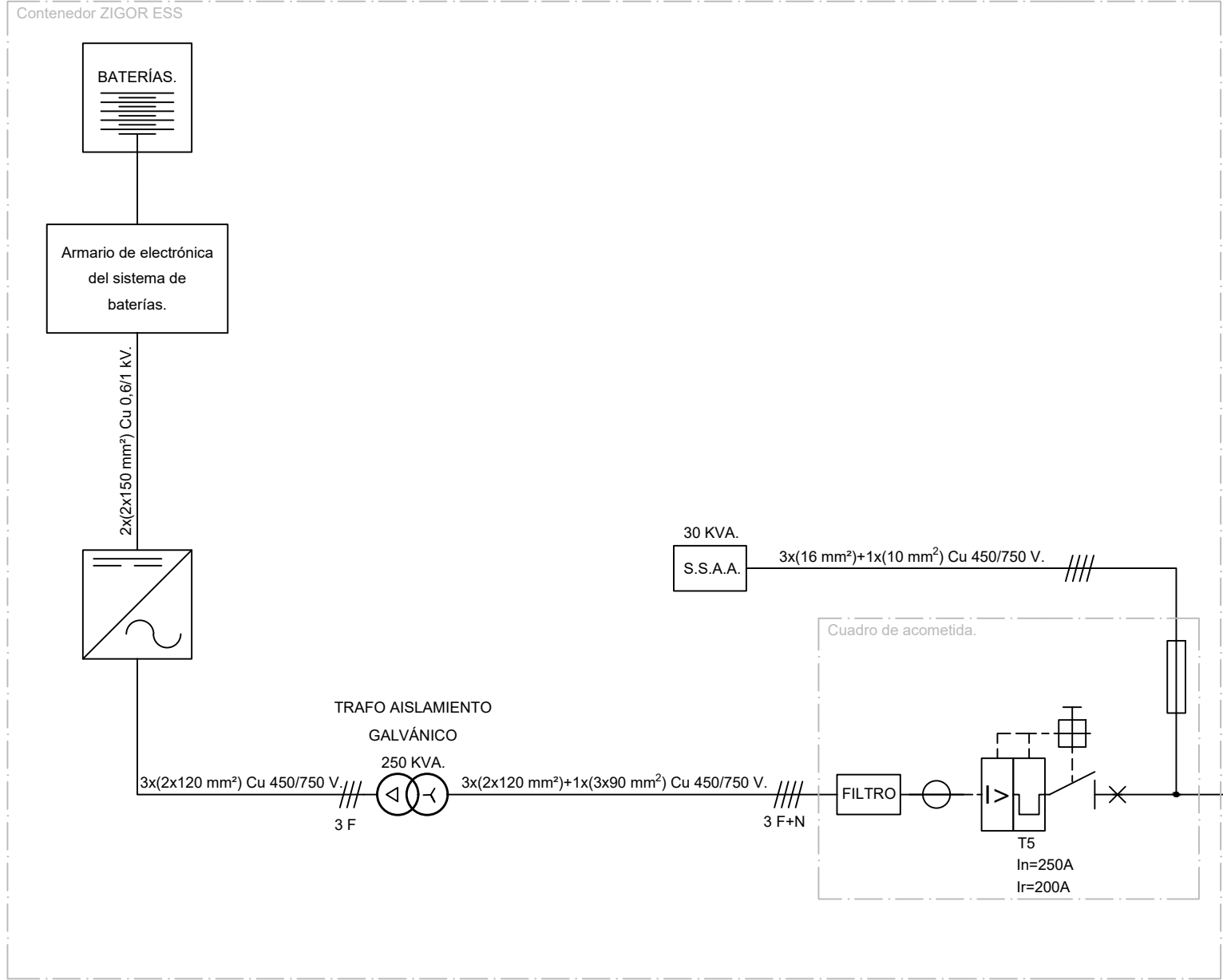


LEYENDA	
Cond. RZ-150	
Cond. RZ-95	
Cond. RZ-50	
Cond. RZ-25	
Cond. RZ 4X16	
C.T.I.	
NODO	
CLIENTE	

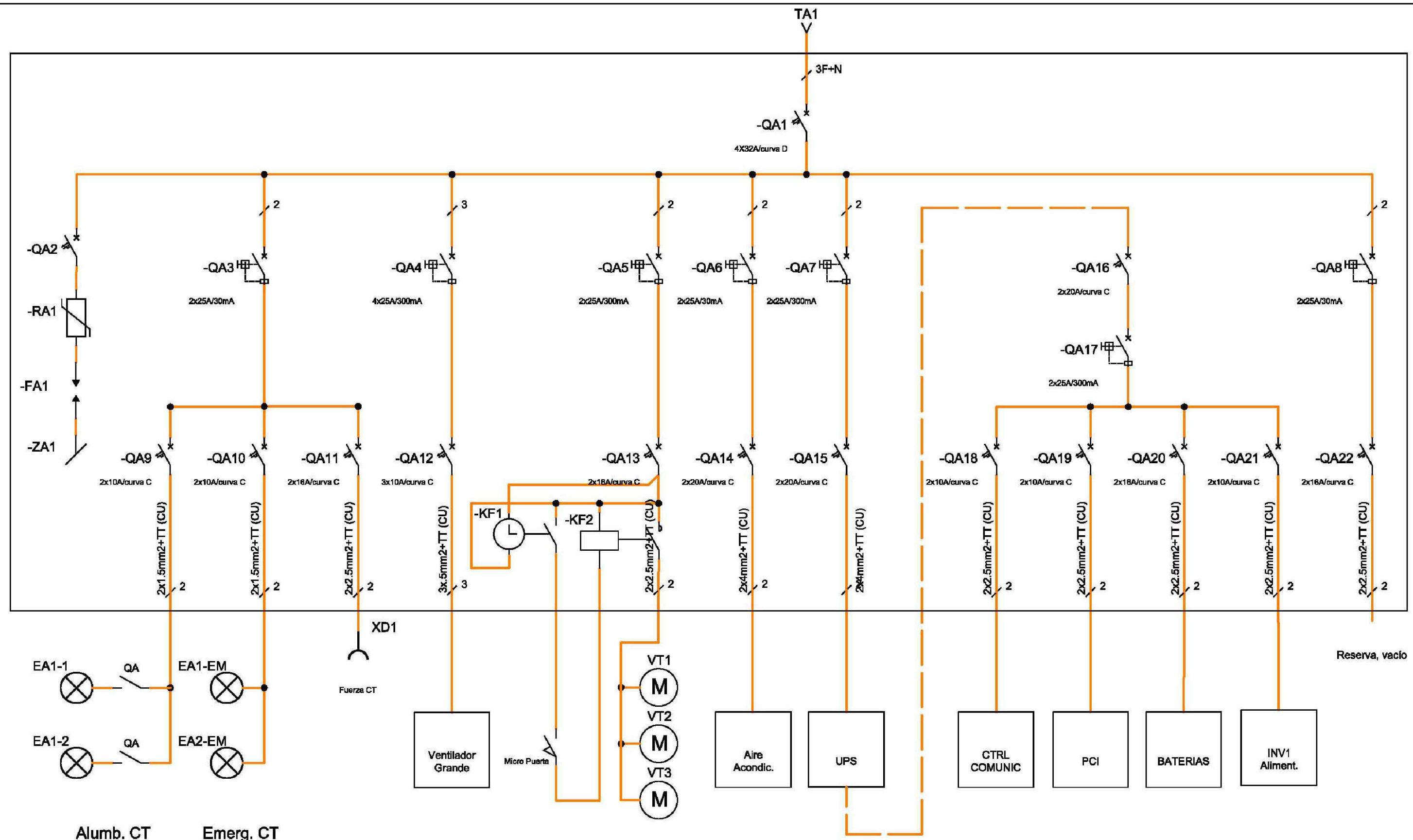
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3 Escala: S/E.		NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)	EL INGENIERO:		
			Marcos Álvarez Piñal		
ESQUEMA UNIFILAR CBT CIRCUITO 1			Nº Proyecto:	Nº Plano:	16



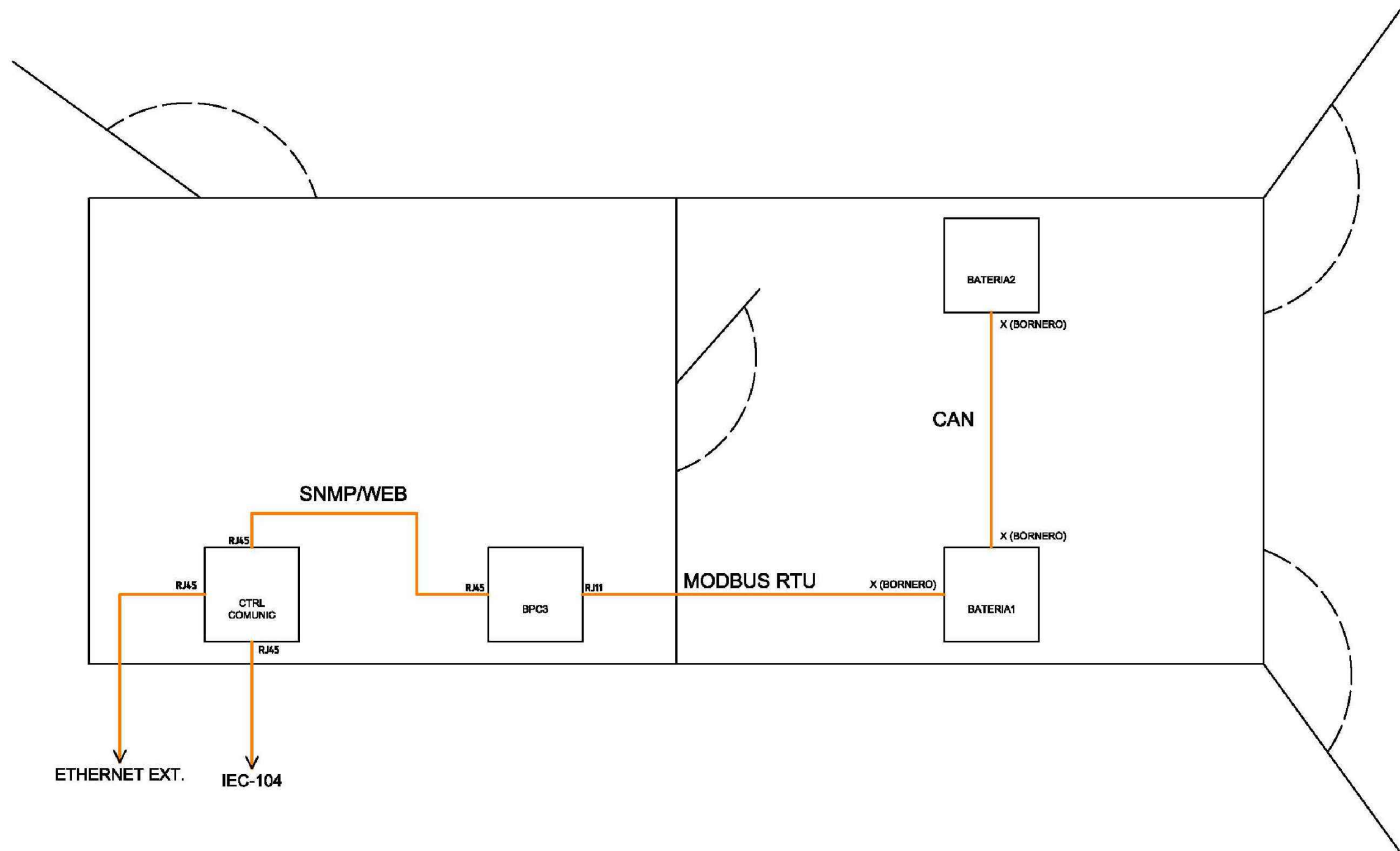
LEYENDA			Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación			FECHA	NOMBRE	
Cond. RZ-150		C.T.I.				DIBUJADO		Marcos Álvarez
Cond. RZ-95		NODO				COMPROBADO		Marcos Álvarez
Cond. RZ-50		CLIENTE				APROBADO		Marcos Álvarez
Cond. RZ-25			Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)	EL INGENIERO: Marcos Álvarez Piñal			
Cond. RZ 4X16			Escala:					
			S/E.	ESQUEMA UNIFILAR CBT CIRCUITO 2	Nº Proyecto:		Nº Plano: 16	



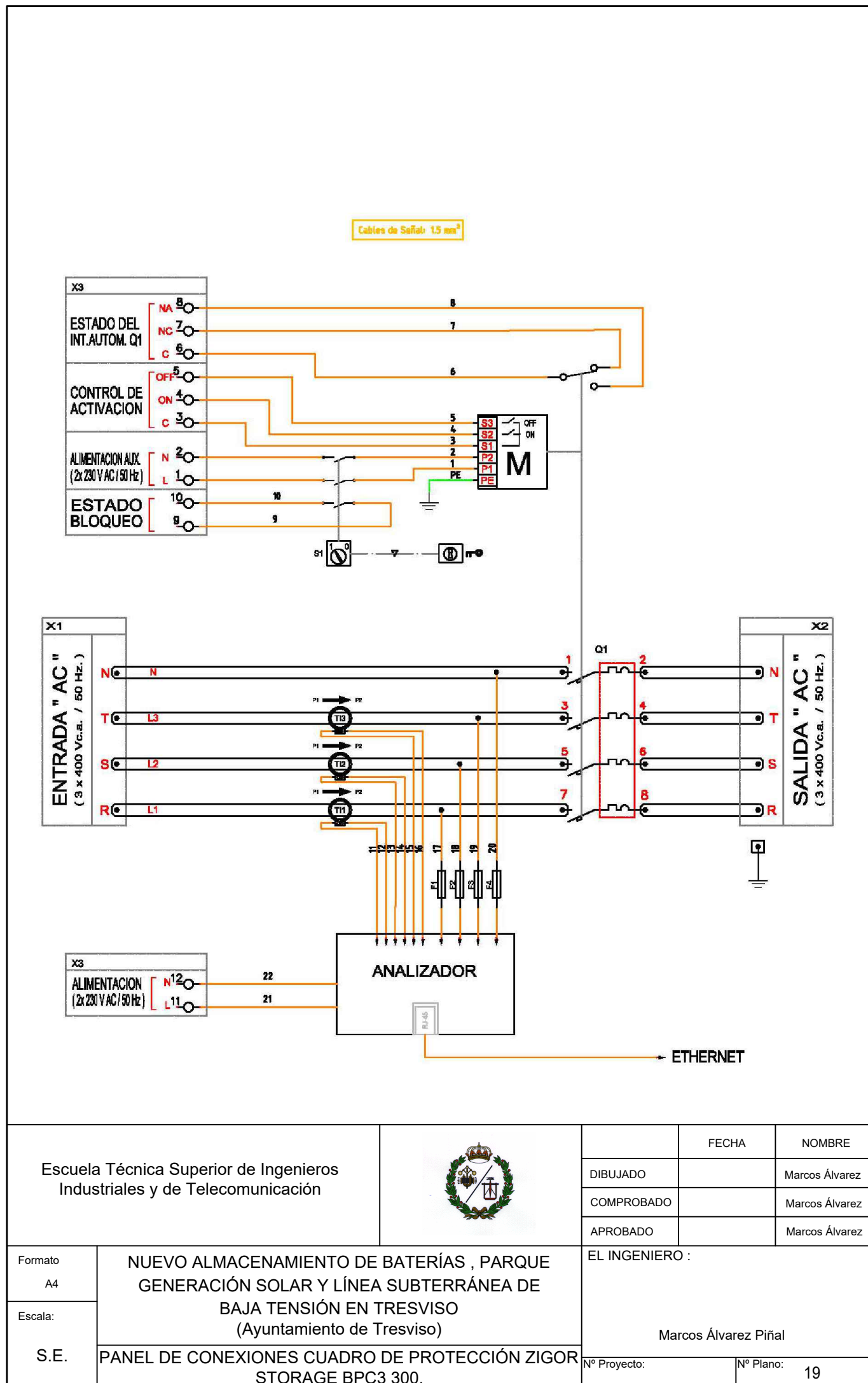
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
A3			Marcos Álvarez Piñal		
Escala:					
S/E.	ESQUEMA UNIFILAR CONEXIÓN C.T.I.		Nº Proyecto:		Nº Plano: 16



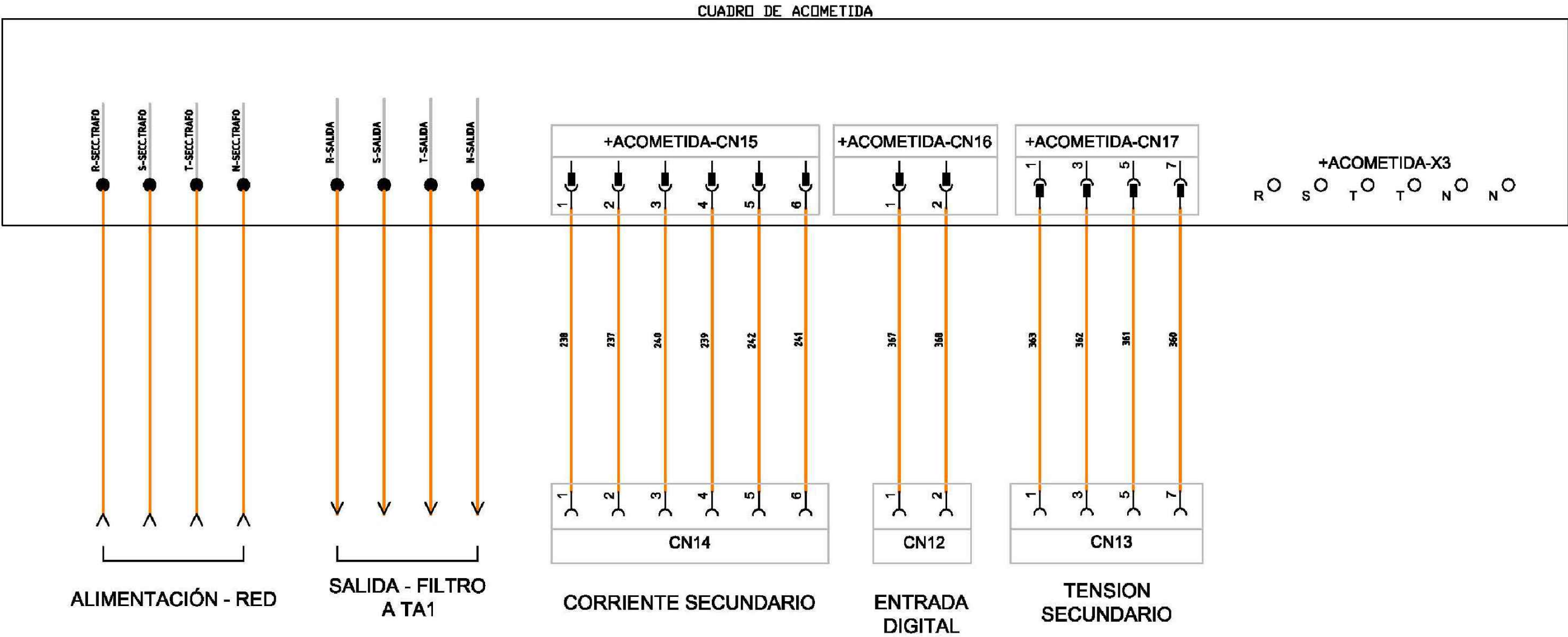
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
Escala: S/E.			Marcos Álvarez Piñal		
ESQUEMA SERVICIOS AUXILIARES		Nº Proyecto:		Nº Plano: 17	



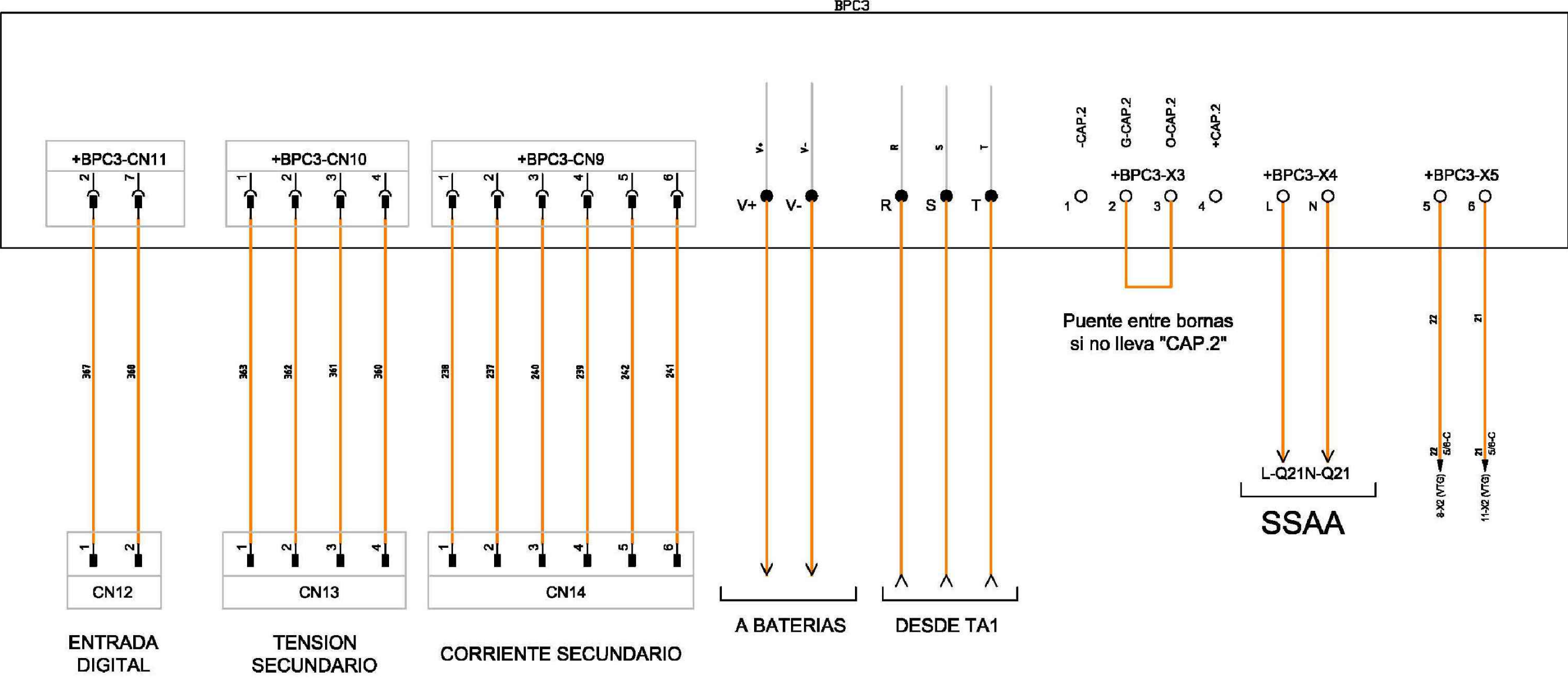
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
A3			Marcos Álvarez Piñal		
Escala:	ESQUEMA COMUNICACIONES CONTENEDOR ZIGOR.		Marcos Álvarez Piñal		
S/E.			Nº Proyecto:	Nº Plano:	18



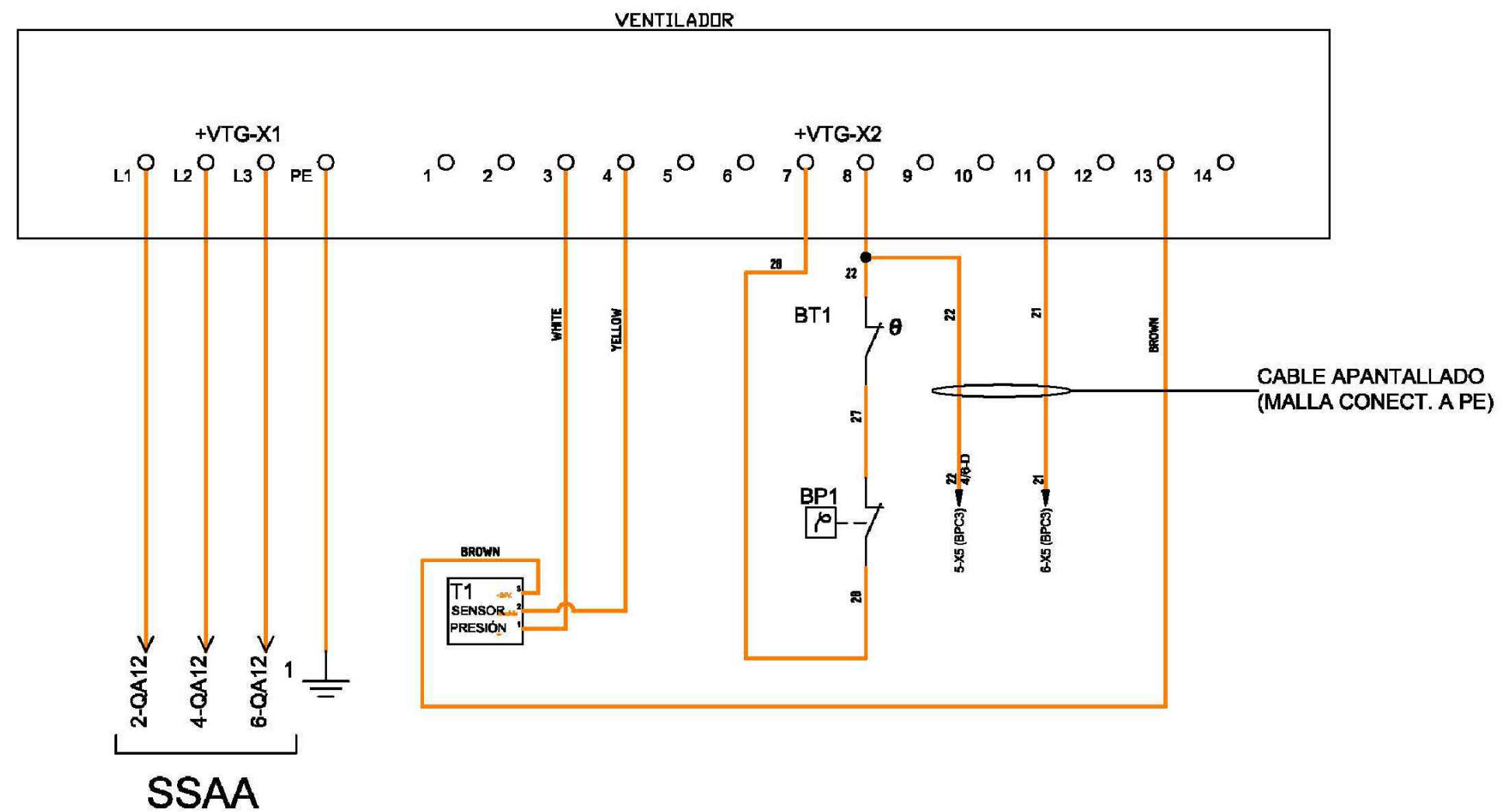
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A4	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
Escala:			Marcos Álvarez Piñal		
S.E.			PANEL DE CONEXIONES CUADRO DE PROTECCIÓN ZIGOR STORAGE BPC3 300.		
			Nº Proyecto:		Nº Plano: 19



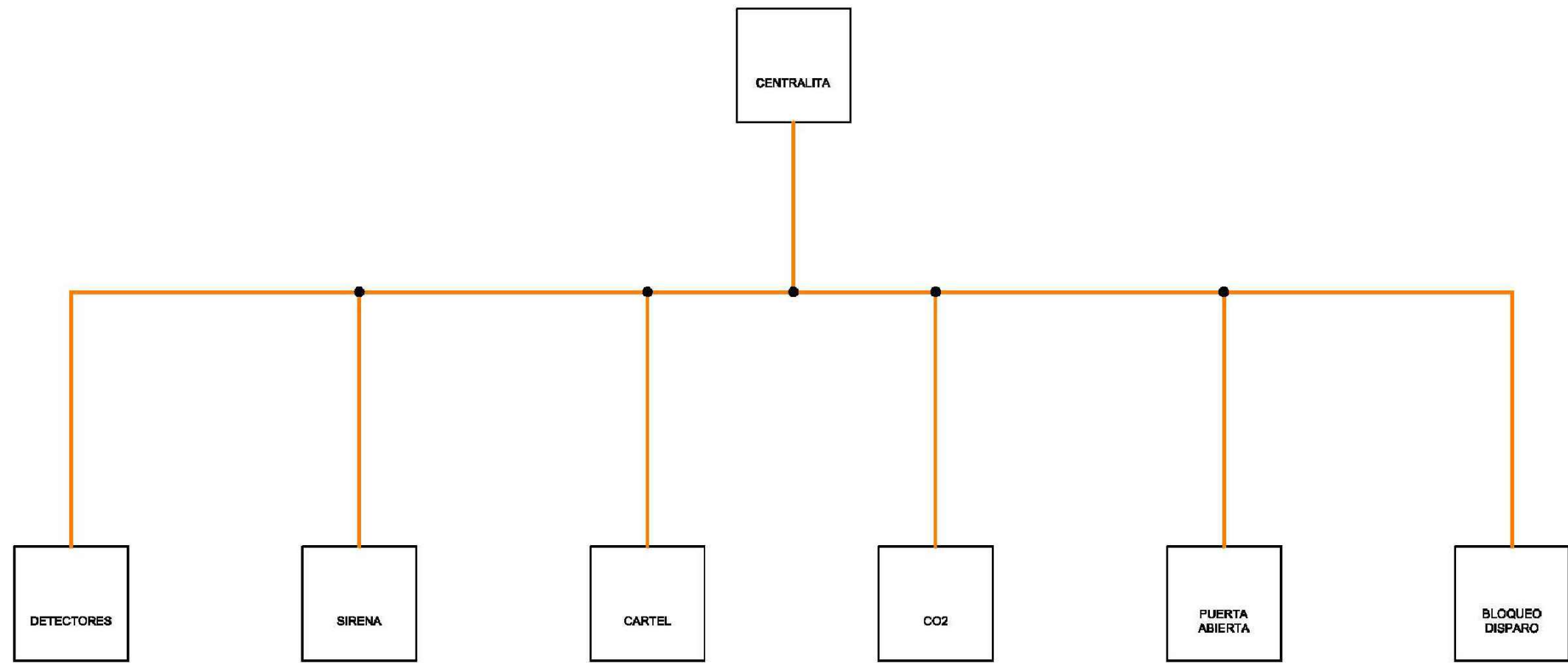
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO :		
Escala: S/E.			Marcos Álvarez Piñal		
ESQUEMA BORNERO CUADRO ACOMETIDA.		Nº Proyecto:		Nº Plano: 20	



Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO : Marcos Álvarez Piñal		
Escala: S/E.					
ESQUEMA BORNERO BPC3 INVERSOR.		Nº Proyecto:		Nº Plano:	21

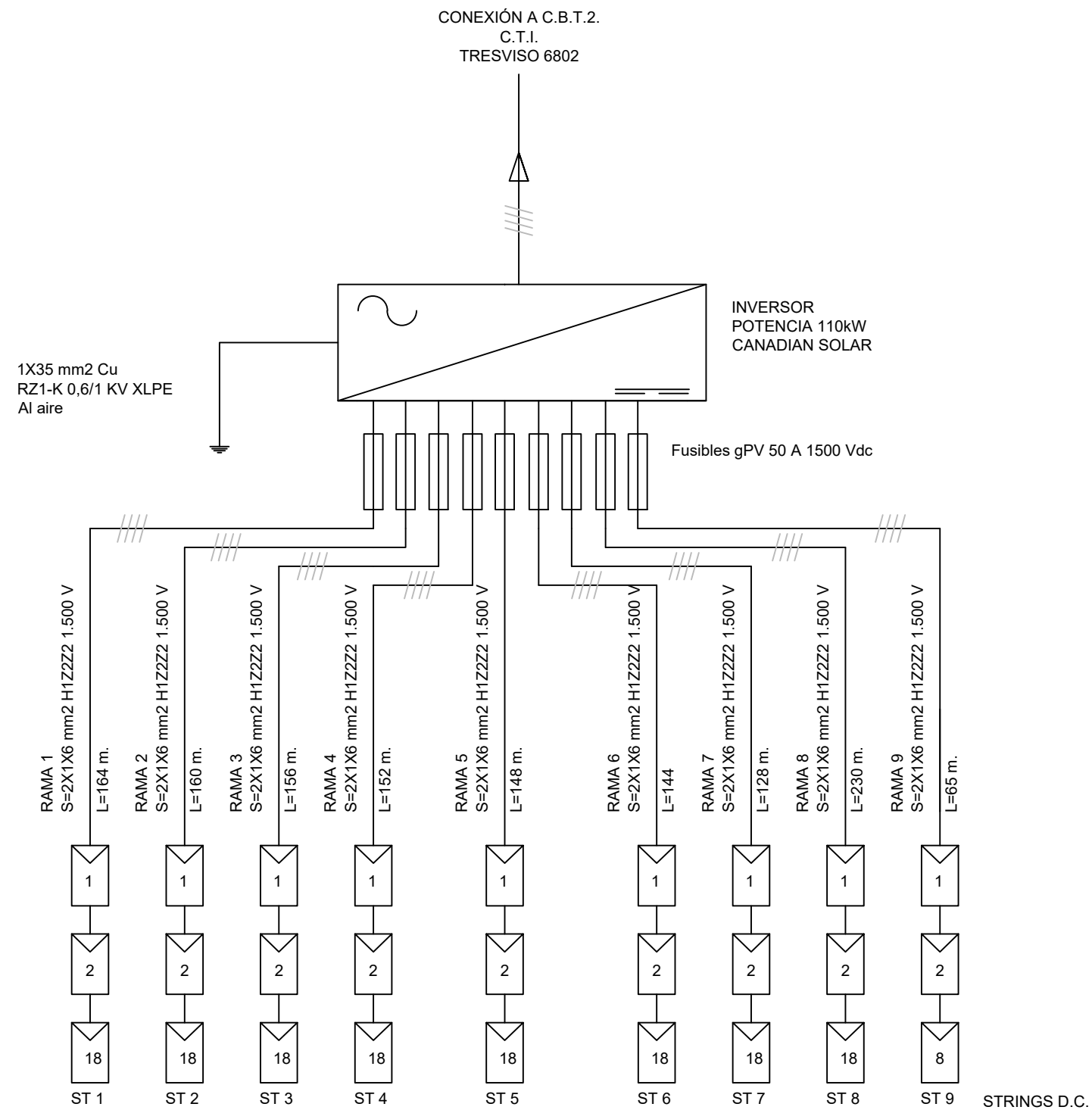


Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO : Marcos Álvarez Piñal		
Escala: S/E.					
ESQUEMA BORNERO VENTILADOR.		Nº Proyecto:		Nº Plano: 22	



CABLES APANTALLADOS DE DOS HILOS

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO : Marcos Álvarez Piñal		
Escala: S/E.					
ESQUEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.		Nº Proyecto:		Nº Plano:	23



INSTALACIÓN SOLAR
168 MÓDULOS CANADIAN SOLAR BIFACIAL 610 W

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				FECHA	NOMBRE
			DIBUJADO		Marcos Álvarez
			COMPROBADO		Marcos Álvarez
			APROBADO		Marcos Álvarez
Formato A3	NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS , PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO (Ayuntamiento de Tresviso)		EL INGENIERO: Marcos ÁlvarezZ Piñal		
Escala: S/E.					
ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		Nº Proyecto:		Nº Plano:	25

DOCUMENTO N°4
PRESUPUESTO

ÍNDICE

1	CUADRO DE PRECIOS	1
1.1	OBRA CIVIL	1
1.2	OBRA ELÉCTRICA	14
2	PRESUPUESTO	20
2.1	LÍNEA SUBTERRÁNEA, OBRA CIVIL	20
2.2	ALMACENAMIENTO, OBRA CIVIL	21
2.3	PLANTA FOTOVOLTAICA, OBRA CIVIL	22
2.4	LÍNEA SUBTERRÁNEA BT Y MODIFICACIONES EN CTI, OBRA ELÉCTRICA	23
2.5	ALMACENAMIENTO, OBRA ELÉCTRICA	24
2.6	PLANTA FOTOVOLTAICA, OBRA ELÉCTRICA	24
2.7	MANIOBRAS Y DESCARGOS	25
2.8	GESTIÓN DE RESIDUOS	25
3	PRESUPUESTO GENERAL	26

1 CUADRO DE PRECIOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

1.1 OBRA CIVIL

EJ2609	ZAN.4T CALZADA-T. HORM- AGLOMER.ASFALTICO Mano obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
X40100	Demolición de pavimentos de obra compacta, con extracción de cascotes e inmediato traslado a gestor autorizado, para lo cual deberá atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valorización en caso necesario.	0,09	M3	66,57 €	5,99 €
X40202	Apertura zanja: Apertura de zanja. del volumen a consignar en esta posición debe excluirse el correspondiente a rotura de pavimentos si el mismo se consigna con las posiciones x40100 y x40102. Incluye el entibado y protección de otros servicios que en la apertura de zanja quedaran al descubierto, así como el acabado de la zanja manualmente, lecho y minado de puentes. Siempre que sea posible debe efectuarse la apertura a máquina.	0,45	M3	9,40 €	4,23 €
X40216	Retiro tierra/cascotes a punto reciclaje: Retiro de tierras a punto de reciclaje, para lo cual debe atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valoración en caso necesario.	0,54	M3	10,41 €	5,62 €
X40300	Colocación tritubo PE 50mmd c/aportación: distribución, colocación y ensamblaje de tritubo de polietileno en zanja para circuitos auxiliares.	1	M	2,10 €	2,10 €
X40304	Colocac.Tubo PE 160mmd c/aportación: distribución, colocación y ensamblaje de tubos de polietileno en zanja para circuitos auxiliares.	4	M	5,09 €	20,36 €
X40340	Aport+colocac cinta PE señal.cab. subt: Distribución y colocación de cinta de señalización de cables subterráneos en el interior de la zanja. Incluye la aportación de la cinta.	2	M	0,19 €	0,38 €
X40500	Aport+distribucion hormigón HM-15/B/20/I: Comprende la aportación y distribución de 1 m3 de hormigón en cualquier lugar de la obra para rellenos y aplicaciones no estructurales, HM-15/B/20/I o similar, de resistencia a la compresión ≥ 15 n/mm2.	0,13	M3	80,22 €	10,43 €

X40501	Aportac+distribucion horm.HM-20/B/20/I: Comprende la aportación y distribución de 1 m3 de hormigón en cualquier lugar de la obra para rellenos y aplicaciones no estructurales, HM-20/B/20/I o similar, de resistencia a la compresión ≥ 20 n/mm2.	0,14	M3	90,67 €	12,69 €
X40505	Aport.zahorra para compactar todo tipo: aportación de zahorra natural o artificial cualquier tipo previa aprobación del técnico responsable de la obra, a pie de obra apta para compactar. se entiende como cantidad aportada el volumen de la misma una vez compactada.	0,15	M3	32,49 €	4,87 €
X40516	Asfalt.Zanja<=6 cm espesor ancho<=1m: Preparar la superficie a pavimentar según las indicaciones dadas por la empresa del grupo, obras públicas o servicios municipales; demoliendo, fresando y recortando el firme existente, limpiando la zona de cualquier cuerpo suelto. Se deberá compactar mecánicamente con rodillo vibratorio a lo largo de la totalidad de la zona a reponer.	0,45	M2	29,22 €	13,15 €
X40922	Vallado protección: Protección a base de vallas metálicas unidas entre sí, de forma que quede la obra completamente protegida y cerrada por ambos lados, colocación de pasos de madera o planchas de hierro para facilitar el paso de peatones o vehículos. Señalización de las vallas con luces rojas intermitentes a 12v, distantes entre sí 5 metros como máximo. Colocación discos de señales de tráfico. Incluye la aportación del equipo.	2	M	2,12 €	4,24 €
X49552	Supl.compensación por rendimiento: Mediante esta unidad queda comprendida la ejecución de pasos de mina, catas de localización de servicio para la ejecución de la zanja, reposición de los servicios afectados, rotura para paso de arquetas, así como aquellas demasías derivadas de la realización de las mismas, como pueden ser excesos de excavación, entibados, etc.	0,17	UD	100,00 €	17,00 €
				Subtotal	101,06 €
				Precio total	101,06 €
EJ2610	ZAN.4T CALZADA CRUCE HORMIG COMPLETO Mano obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial

X40100	Demolición de pavimentos de obra compacta, con extracción de cascotes e inmediato traslado a gestor autorizado, para lo cual deberá atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valorización en caso necesario.	0,09	M3	66,57 €	5,99 €
X40202	Apertura zanja: Apertura de zanja. del volumen a consignar en esta posición debe excluirse el correspondiente a rotura de pavimentos si el mismo se consigna con las posiciones x40100 y x40102. Incluye el entibado y protección de otros servicios que en la apertura de zanja quedaran al descubierto, así como el acabado de la zanja manualmente, lecho y minado de puentes. Siempre que sea posible deberá efectuarse la apertura a máquina.	0,45	M3	9,40 €	4,23 €
X40216	Retiro tierra/cascotes a pto reciclaje: Retiro de tierras a punto de reciclaje, para lo cual deberá atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valoración en caso necesario.	0,54	M3	10,41 €	5,62 €
X40300	Colocación tritubo PE 50mmd c/aportación: Distribución, colocación y ensamblaje de tritubo de polietileno en zanja para circuitos auxiliares.	1,00	M	2,10 €	2,10 €
X40304	Colocac.Tubo PE 160mmd c/aportación: Distribución, colocación y ensamblaje de tubos de polietileno en zanja para circuitos auxiliares.	4,00	M	5,09 €	20,36 €
X40340	Aport+colocac cinta PE señal.cab. subtt: Distribución y colocación de cinta de señalización de cables subterráneos en el interior de la zanja. Incluye la aportación de la cinta.	2,00	M	0,19 €	0,38 €
X40501	Aportac+distribucion horm.HM-20/B/20/I: Comprende la aportación y distribución de 1 m3 de hormigón en cualquier lugar de la obra para rellenos y aplicaciones no estructurales, HM-20/B/20/I o similar, de resistencia a la compresión ≥ 20 n/mm2.	0,43	M3	90,67	38,99 €
X40516	Asfalt.Zanja ≤ 6 cm espesor+ancho ≤ 1 m: Preparar la superficie a pavimentar según las indicaciones dadas por la empresa del grupo, obras públicas o servicios municipales; demoliendo, fresando y recortando el firme existente, limpiando la zona de cualquier cuerpo suelto. Se deberá compactar mecánicamente con rodillo vibratorio a lo largo de la totalidad de la zona a reponer.	0,45	M2	29,22	13,15 €

X40922	Vallado protección: Protección a base de vallas metálicas unidas entre sí, de forma que quede la obra completamente protegida y cerrada por ambos lados, colocación de pasos de madera o planchas de hierro para facilitar el paso de peatones o vehículos. Señalización de las vallas con luces rojas intermitentes a 12v, distantes entre sí 5 metros como máximo. Colocación discos de señales de tráfico. Incluye la aportación del equipo.	2,00	M	2,12	4,24 €
X49552	Supl.compensación por rendimiento: Mediante esta unidad queda comprendida la ejecución de pasos de mina, catas de localización de servicio para la ejecución de la zanja, reposición de los servicios afectados, rotura para paso de arquetas, así como aquellas demasías derivadas de la realización de las mismas, como pueden ser excesos de excavación, entibados, etc.	0,19	UD	100	19,00 €
				Subtotal	114,06 €
				Precio total	114,06 €
CD1375	DER.BT C.SE.3X240-150 DER.3X240-150 COMP Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	Ud.	24,20 €	24,20 €
				Subtotal	24,20 €
	Material contratista	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
6780228	Lam.Term.Deriv.BT C.Sec.150-240 c/25-240	4	UD	13,30 €	53,20 €
6780467	Conector compresión sección > 95 <=150	1	UD	1,94 €	1,94 €
6780476	Conector compresión sección > 150	3	UD	3,03 €	9,09 €
				Subtotal	64,23 €
				Precio total	88,43 €
EF1016	ARQUETA REGISTRO 0,8 x 0,8 x 1,15 Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial

X40334	Arq. Registro troncopiramidal 1x1x1,15m: Colocación de arqueta de registro de forma troncopiramidal de 1x1 m (medida interior) en su parte inferior y 0,6x0,6 m (medida interior) en su parte superior, con una altura total de 1,15 metros, totalmente instalada. Incluye demolición de pavimento, excavación, retirada de cascotes a gestor autorizado, vallado y la aportación de todo tipo de material necesario para su correcta realización. También incluye colocación de marco y tapa de fundición de hierro totalmente instalada (para arquetas de 0,8x0,8 m y 1x1 m). Incluye demolición de pavimento, excavación, retirada de cascotes a gestor autorizado, vallado y la aportación de todo tipo de material necesario para su correcta realización, a excepción del marco y la tapa.	1	Ud.	264,14 €	264,14 €
Material contratista		Cantidad	Ud.	Subtotal Precio unitario	Precio parcial
6780705	Mar tapa fund 0,85x0,85x0,10 tapa 0,65 m	1	Ud.	150,41 €	150,41 €
6781959	Arqueta pref. troncopiramidal 1x1x1,15 m	1	Ud.	162,61 €	162,61 €
				Subtotal	313,02 €
				Precio total	577,16 €

EF1018	MARCO+TAPA ARQUET.REGIST. FUNDIC.HIERRO	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
Mano Obra					
X40336	M+t.arq.reg.fund.0,85x0,85x0,10TAP.0,65m: colocación de marco y tapa de fundición de hierro totalmente instalada (para arquetas de 0,8x0,8 m y 1x1 m). Incluye demolición de pavimento, excavación, retirada de cascotes a gestor autorizado, vallado y la aportación de todo tipo de material necesario para su correcta realización, a excepción del marco y la tapa.	1	Ud.	78,55 €	78,55 €
Material contratista		Cantidad	Ud.	Subtotal Precio unitario	Precio parcial
6780705	Mar tapa fund 0,85x0,85x0,10 tapa 0,65 m	1		150,41 €	150,41 €
				Subtotal	150,41 €
				Precio total	228,96 €

F1020	SUP.REFUER. ARQUET.REGIST. TRONCOPIRAMIDAL Mano Obra Suplemento refuerzo arqueta registro: Suplemento para refuerzo de arqueta de registro de nueva instalación por solicitud de edificación, vial, etc., mediante aportación de materiales y construcción de placa de hormigón armado con mallazo y redondos de acero corrugado. Incluye demolición de pavimento, excavación, retirada de cascotes a gestor autorizado, vallado y la aportación de todo tipo de material necesario para su correcta realización.	X40337	1	Ud.	106,08 €	106,08 €	Subtotal Precio total	106,08 € 106,08 €
F1020	SUP.SOBREDIMENSIONAMIENTO ARQUET.REGIST Mano Obra Supl.Sobredimensionamiento arq. registro Suplemento por sobredimensionamiento de arqueta de registro por necesidades de instalación y/o reglamentarias hasta un 30 % en profundidad y hasta un 50 % en dimensiones en planta. En caso de arquetas reforzadas la unidad Incluye los suplementos de refuerzo proporcionales al incremento de dimensiones.	X40338	1	Ud.	88,30 €	88,30 €	Subtotal Precio total	88,30 € 88,30 €
EV1150	CATA LOCALIZACION SERVICIOS Mano Obra Cata localización servicios: Comprende la apertura, demolición de 1 m de cata de 0,60 m de ancho x 1,00 m de profundidad, vallado, tapado y reposición de pavimento. Para su elaboración se seguirá lo indicado en los alcances de las posiciones x40100, x40200, x40504, x40512 y x40922.	X40926	1	Ud.	49,41 €	49,41 €	Subtotal Precio total	49,41 € 49,41 €
EV1200	REPOS.PINTURA CALZADA ELEMENT.SINGULARES Mano Obra						Cantidad Ud. Precio unitario Precio parcial	

X40540	Repos. Pintura calzada todo tipo ele. sin: Comprende la aportación y reposición de pintura de las características habitualmente empleadas en elementos singulares en vía pública, pasos de peatones, carril bici, señalización horizontal, delimitación de plazas de aparcamiento, etc.	1	Ud.	19,48 €	19,48 €
				Subtotal	19,48 €
				Precio total	19,48 €
EV1230	ASFALTADO CRUCE CALZADA				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
X40519	Asfaltado cruce calzada: Realización de paso en sentido transversal a la calzada según normativa del organismo afectado. Preparar la superficie a pavimentar según las indicaciones dadas por la empresa del grupo, obras públicas o servicios municipales; demoliendo, fresando y recortando el firme existente, limpiando la zona de cualquier cuerpo suelto. Se deberá compactar mecánicamente con rodillo vibratorio a lo largo de la totalidad de la zona a reponer. Efectuar un riego de imprimación, vertido del asfalto en caliente de iguales características que el de la superficie existente a reponer. Esta operación se realizará con la temperatura adecuada del asfalto. Se realizarán las operaciones de alisado y compactado con rodillo (rulo) vibratorio, debiendo quedar el pavimento nivelado.	1	Ud.	36,52 €	36,52 €
				Subtotal	36,52 €
				Precio total	36,52 €
6780249	COLOCACION CONJUNTO SOPORTE ABRAZADERA CON TACO Y CLAVO				
		Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
				0,79 €	0,79 €
				Subtotal	0,79 €
				Precio total	0,79 €
X50806	VALORIZACIÓN RESIDUOS, MATERIAL				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
	Comprende la valorización del material procedente del desmontaje de obras	1	kg	1,00 €	1,00 €
				Subtotal	1,00 €
				Precio total	1,00 €

X25101	MANIOBRA / DESCARGO RED MT Y CREACION ZONA PROTEGIDA Y TRABAJO CON REALIZACION D				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
	Comprende todas las operaciones necesarias para que una parte de red MT quede constituida como zona protegida y de trabajo y para devolver posteriormente la misma a su explotación normal cuando así se establezca, cumpliendo la norma de operación y manteniendo los canales de comunicación determinados por la empresa del grupo con los diferentes departamentos de la compañía (centro de control, servicio de averías, técnico responsable,). Se deberán cumplimentar los partes correspondientes según las vías determinadas por la empresa (papel, PDA, teléfono,). Las correspondientes maniobras de apertura y cierre se harán en el lugar y tiempo estipulados por el centro de control/técnico responsable. Igualmente ocurrirá respecto de las maniobras de verificación de ausencia de tensión, de puesta a tierra y en cortocircuito, de verificación de ausencia de tensión en la línea, etc., estando todas estas operaciones incluidas en el presente alcance. También comprende la delimitación y señalización de la zona protegida/trabajo. Incluye los desplazamientos necesarios para la maniobra, así como para el mantenimiento de los contactos precisos para dar y recibir la información necesaria y suficiente para la correcta operación de la red. Se deberán aportar los equipos, aparatos y útiles que se precisen para la ejecución de las maniobras, así como los elementos de seguridad. Se certificará una única unidad por descargo, incluyendo la creación y devolución de las correspondientes zonas protegida y de trabajo aun cuando se realice en días posteriores. El número de brigadas a utilizar para la correcta maniobra lo establecerá el jefe de instalaciones o el centro de control. Esta posición incluye también las maniobras relativas a todos los VYP, TET, y BT relacionados con el descargo.	1	Ud.	74,61 €	74,61 €
				Subtotal	74,61 €
				Precio total	74,61 €
X25105	MANIOBRA / DESCARGO RED MT CON VARIOS DESCARGOS RELACIONADOS				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial

ÍDEM X25101		1	Ud.	211,65 €	211,65 €
				Subtotal	211,65 €
				Precio total	211,65 €
X35105	MANIOBRA / DESCARGO RED BT CON VARIOS DESCARGOS RELACIONADOS				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
	ÍDEM X25101	1	Ud.	24,72 €	24,72 €
				Subtotal	24,72 €
				Precio total	24,72 €
X35111	COLOCACION HASTA 50 AVISOS				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
	Repartir antes de las 48 horas de la interrupción (descargo), en lugares bien visibles, tales como portales de las fincas, en los postes de tendido eléctrico, etc., hasta 50 avisos por descargo y facilitar a la compañía el aviso en formato digital. Se retirarán una vez finalizados los trabajos por el propio contratista que haya ejecutado los mismos. La empresa de la ge debe facilitar con un mínimo de 3 días de antelación los avisos correspondientes.	1	Ud.	27,06 €	27,06 €
				Subtotal	27,06 €
				Precio total	27,06 €
X59520	GRUPO ELECTRÓGENO HASTA 300 KVA DE POTENCIA (FUNC 10HORAS/DIA)				
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
	Utilización de grupo electrógeno de 300 KVA de potencia durante un período menor de 10 horas. Se incluye el mantenimiento, control y vigilancia del grupo electrógeno durante el período descrito. El consumo de gasoil se certificará mediante factura y previa aprobación del técnico responsable de la obra o avería. incluye la gestión de los permisos y autorizaciones necesarios para su instalación, así como las señalizaciones pertinentes cumpliendo la normativa de seguridad. Está incluido en esta posición el mantenimiento y repostaje de los grupos electrógenos durante el tiempo que esté instalado.	1	u	131,25 €	131,25 €
				Subtotal	131,25 €
				Precio total	131,25 €

X59550	TRANSPORTE, CARGA Y DESCARGA GRUPO ELECTRÓGENO HASTA 600 KVA Mano Obra Comprende la carga y descarga en la entrega y recogida del grupo electrógeno, su traslado y retirada del lugar de instalación hasta una distancia máxima de 50 km (ida y vuelta 100 km). Desde los centros de la Distribuidora en el ámbito geográfico del sector. Para grupos electrógenos superiores a 600 KVA de potencia la certificación del transporte se realizará mediante factura.	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	u	210,00 €	210,00 €
				Subtotal	210,00 €
				Precio total	210,00 €
X59552	COMPLEMENTO KM. MAS DE 50 KM Mano Obra Esta posición complementa la X59550 para distancias superiores a 50 km. Se certificará la demasía por km recorridos contabilizando los km totales de ida y vuelta.	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	Km	1,23 €	1,23 €
				Subtotal	1,23 €
				Precio total	1,23 €
X59554	SUMINISTRO Y MONTAJE DE INTERCONEXIÓN GRUPO ELECTRÓGENO Mano Obra Esta posición complementa la X59550 para distancias superiores a 50 km. Se certificará la demasía por km recorridos contabilizando los km totales de ida y vuelta.	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	Ud.	99,91 €	99,91 €
				Subtotal	99,91 €
				Precio total	99,91 €
X46622	Limp+acond arqueta en obra todo tipo Mano Obra Limpieza en arquetas de escombros y otros objetos extraños, incluida la retirada de materiales sobrantes. Incluida carga, uso contenedor cualquier día, tasa entrada residuo gestor autorizado y transporte a gestión y a gestor autorizado. La aplicación de esta unidad se realizará para aquellos casos donde se realicen otros trabajos.	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	Ud.	10,82 €	10,82 €

		Subtotal		10,82 €
		Precio total		10,82 €
X50301	Excavación todo terreno excepto roca			
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario
	Esta posición comprende todas las excavaciones que se realicen en cualquier terreno, excepto roca, incluido el encofrado, achique de agua y el retiro de escombros. No comprende el valor de la madera del encofrado. Incluye el retiro de escombros, así como el traslado a gestor autorizado, para lo cual debe atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valoración en caso necesario.			Precio parcial
		1	M3	
				33,44
			Subtotal	33,44 €
			Precio total	33,44 €
X40208	Suplemento excavación en roca			
	Mano Obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario
	Este suplemento se aplicará cuando en la excavación de zanjas MT o BT aparezca roca normal. consistirá en la apertura de zanja en roca monolítica u hormigón compacto, utilizando puntero, martillo rompedor de 400 kg o explosivos para su demolición, en cuyo caso incluirá los permisos y autorizaciones necesarios. Incluye la extracción de cascotes e inmediato traslado a gestor autorizado, para lo cual deberá atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valoración en caso necesario, y la aportación de tierra necesaria para el relleno de la zanja, exenta de piedras o cuerpos extraños, y que sea apta para obtener una compactación mínima del 95% pm. del volumen a consignar a esta posición debe excluirse el correspondiente a rotura de pavimentos si el mismo se consigna con las posiciones x40100 y x40102. Incluye el entibado y protección de otros servicios que en la apertura de la zanja quedaran al descubierto. en las zanjas con una profundidad superior a 1,5 m se tendrá en cuenta la posición x40210.			Precio parcial
		1	M3	
				96,56
			Subtotal	96,56 €
			Precio total	96,56 €
M99991	Aportación material especial contratista			

	Mano obra Aportación de material especial contratista para cualquier tipo de unidad no reflejada	Cantidad 1	Ud. Ud.	Precio unitario 1,00 €	Precio parcial 1,00 €
				Subtotal Precio total	1,00 € 1,00 €
X40902	Sum y colocación de guía tubular Mano obra Suministro y colocación de guía en interior de tubular existente. Esta unidad será de aplicación única y exclusivamente en aquellos casos que por orden del gestor se quiera dejar la canalización guiada, nunca cuando se instale el conductor.	Cantidad 1	Ud. M	Precio unitario 0,35 €	Precio parcial 0,35 €
				Subtotal Precio total	0,35 € 0,35 €
X40993	Tapado de boca de tubo Mano obra Comprende el tapado y sellado de la boca de tubo mediante espuma de poliuretano. Esta incluida la aportación de todos los materiales necesarios para su correcta realización.	Cantidad 1	Ud. Ud.	Precio unitario 1,88 €	Precio parcial 0,35 €
				Subtotal Precio total	0,35 € 0,35 €
X30107	Entibado cualquier tipo Mano obra Comprende la ejecución de cualquier tipo de entibación. Esta posición se aplicará con la autorización previa de los servicios técnicos. Comprende la aportación de material cualquier tipo (madera, metálico, etc.)	Cantidad 1	Ud. M2	Precio unitario 16,42 €	Precio parcial 16,42 €
				Subtotal Precio total	16,42 € 16,42 €
X30112	HORMIGONADO, ARMADO Y ENCOFRADO RECRECIDOS Mano obra	Cantidad 1	Ud. M3	Precio unitario 132,80 €	Precio parcial 132,80 €
				Subtotal Precio total	132,80 € 132,80 €
X30530	Electrodo 80mmd hasta 16m profundidad Mano obra	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial

Comprende: desplazamiento de tajo a tajo; descargar maquina perforadora; descargar material; acopiar, emplazar y nivelar maquina perforadora; descargar y copiar compresor (si procede); tender y conectar mangueras (compresor a máquina); engrasar tubos y maquina; montar tubos en maquina perforadora; realizar perforación; sacar y desmontar tubos de maquina; preparar pica toma- tierra y cable; acopiar agua, tierra vegetal y hacer lechada; colocar conjunto rica- cable en perforación; rellenar taladro con lechada de tierra vegetal; medir resistencia de tierras; recoger y cargar maquinaria.		1	Ud.	308,71 €	308,71 €
				Subtotal	308,71 €
				Precio total	308,71 €
X30532	Supl.electrodo profundidad metro de mas Mano obra Esta posición se utilizará como suplemento a la x30530 por cada metro de profundidad de más que sea necesario.	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	M	16,10 €	16,10 €
				Subtotal	16,10 €
				Precio total	16,10 €
X50319	Mallazo solera equipotencial Mano obra aportación y colocación de mallazo de redondos de acero corrugado en construcción de solera equipotencial.	Cantidad	Ud.	Precio unitario	Precio parcial
		1	M	8,80 €	8,80 €
				Subtotal	8,80 €
				Precio total	8,80 €

1.2 OBRA ELÉCTRICA

AK1030	CONVERSION AEREO SUBTERRANEA BT TODO TIPO O FACHADA SIN OBRA ELECTRICA				
	Mano obra	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
		1		53,1	53,1
				Subtotal	53,10 €
				Precio total	53,10 €

CC2080	TEND.TUBULAR 1 CIRCUITO 3X1X240-1X150				
	Mano Obra	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
X40462	Tendido en tubular cable i 1x150 mm2 BT: Consiste en tendido cable unipolar BT 150 mm2 bajo tubería existente. Se incluyen los medios necesarios para el tendido, transporte, carga y descarga de las bobinas con grúa, situándolas sobre un eje que facilite el desarrollo y devolución de bobinas y sobrantes al almacén. El tendido se realizara sobre tuberías limpias, asegurándose que no existen cantos vivos ni aristas, instalando las tres fases y el neutro al mismo tiempo, mediante sus correspondientes mordazas de amarre. No se realizará el tendido a temperaturas inferiores a 0ºc. Se colocarán rodillos a la entrada y salida de los tubos.	1	M	0,64 €	0,64 €
X40463	Tendido en tubular cable i 1x240 mm2 BT: Consiste en tendido cable unipolar BT 240 mm2 bajo tubería existente. Se incluyen los medios necesarios para el tendido, transporte, carga y descarga de las bobinas con grúa, situándolas sobre un eje que facilite el desarrollo y devolución de bobinas y sobrantes al almacén. El tendido se realizara sobre tuberías limpias, asegurándose que no existen cantos vivos ni aristas, instalando las tres fases y el neutro al mismo tiempo, mediante sus correspondientes mordazas de amarre. No se realizará el tendido a temperaturas inferiores a 0ºc. Se colocarán rodillos a la entrada y salida de los tubos.	3	M	0,66 €	1,98 €
				Subtotal	2,62 €
	Material contratista	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
670002 7	Cable XZ1(S)0,6/1kV 1X150MM2 AL	1	M	2,02 €	2,02 €
670002 8	Cable XZ1(S)0,6/1kV 1X240MM2 AL	3	M	3,25 €	9,75 €
				Subtotal	11,77 €

		Precio total 14,39 €			
CD1375	DER.BT C.SE.3X240-150 DER.3X240-150 COMP				
	Mano Obra	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
X40612	derivación BT "t" cabl seco i,mang prens	1	Ud .	24,20 €	24,20 €
				Subtotal	24,20 €
	Material contratista	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
678022 8	Lam.Term.Deriv.BT C.Sec.150-240 c/25-240	4	UD	13,30 €	53,20 €
678046 7	Conector compresión sección > 95 <=150	1	UD	1,94 €	1,94 €
678047 6	Conector compresión sección > 150	3	UD	3,03 €	9,09 €
				Subtotal	64,23 €
				Precio total	88,43 €
CD1395	DER.BT C. SECO.3X240-150 DER.4X50 COMP				
	Mano Obra	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
X40612	derivación BT "t" cabl seco i,mang prens	1	Ud .	24,20 €	24,20 €
				Subtotal	24,20 €
	Material contratista	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
678022 8	Lam.Term.Deriv.BT C.Sec.150-240 c/25-240	4	UD	13,30 €	53,20 €
678046 7	Conector compresión sección > 95 <=150	1	UD	1,94 €	1,94 €
678047 6	Conector compresión sección > 150	3	UD	3,03 €	9,09 €
				Subtotal	64,23 €
				Precio total	88,43 €
CE1034	EMPAL.BT SECO 3X240-150MM2 TERMORRETRAC				
	Mano Obra	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
X40608	Emp BT cabl seco i con termorret 50 a 240	4	Ud .	3,73 €	14,92 €
				Subtotal	14,92 €
	Material contratista	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
6780230	Manguito empalme AT-BT AL-AL >95 mm2	4	Ud .	2,07 €	8,28 €
6780259	Mang.termorret. l cab BT 150-240mm2 -mrc	4	Ud .	1,01 €	4,04 €
				Subtotal	12,32 €
				Precio total	27,24 €
CH2090	CONEX.CABLE C/TERMINAL 3X240-1X150MM2				

Mano Obra		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
X40493	Conex cable subt BT <=240 a bornes o co	1	Ud .	11,44 €	11,44 €
Material contratista		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
678020 5	Terminal bimet.150/240mm2 AL AT-BT	4	UD	1,67 €	6,68 €
678024 6	Cinta plast.adhesiva reg.cable aisl.seco	1	UD	0,80 €	0,80 €
678058 6	Cinta Neopreno Vulcanizado-rollo de 5 m-	1	UD	5,59 €	5,59 €
				Subtotal	13,07 €
				Precio total	24,51 €
FC1340 ELECTRODO 2 M COMPLETO PUESTA A TIERRA		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
Mano Obra					
X50310	Colocación electrodo pat 2 metros: Hincado del electrodo en posición vertical en el fondo de la zanja o arqueta, dejando libre una longitud de 80 mm para la conexión del cable de tierra. Se confeccionara y aportara croquis acotado a mano alzada, de la situación de los electrodos, indicando los resultados de la medición de la puesta a tierra.	1	Ud .	4,48 €	4,48 €
X50313	Colocación grapa en electrodo pat: Colocación de una grapa de puesta a tierra para unión del cable con el electrodo, dejando bien limpias las superficies de contacto y los tornillos bien apretados, cubriendo todo el conjunto con cinta de protección anticorrosiva.	1	Ud .	1,82 €	1,82 €
Material contratista		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
670014 0	Pica lisa (PL-20) PAT-2m y 15 mmd-	1	UD	9,37 €	9,37 €
670014 1	Grapa conexión pica puesta a tierra	1	UD	1,31 €	1,31 €
678024 5	Cinta protección anticorrosiva 10 m	1	UD	7,34 €	7,34 €
				Subtotal	18,02 €
				Precio total	24,32 €
FC1350 CABLE TIERRA AISLADO EN ZANJA 0,3X0,5 M		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
Mano Obra					

X50300	Zanja todo terreno 0,3x0,5 m: Apertura y cierre de un metro lineal de zanja de 0,30 m en cualquier tipo de terreno, excepto roca, para el circuito de tierras, con una profundidad que en ningún caso debe ser inferior a 0,50 m. En el tapado de la zanja se evitarán piedras grandes o cascotes que puedan dañar el cable. Cuando la profundidad sea superior a 0,50 m, para el exceso de excavación se utilizará la posición x50301. Incluye el retiro de escombros, así como el traslado a gestor autorizado, para lo cual deberá atenderse a la normativa aplicable en materia de gestión de residuos incluida caracterización/valorización en caso necesario.	1	M	12,43 €	12,43 €
X50320	Tendido cable desnudo hasta 50 mm2 zanja: Tendido de cable de cu de 50 mm2 en el fondo de la zanja cubriéndolo con tierra fina.	1	M	0,37 €	0,37 €
	Material contratista	Cantida	Ud	Subtotal	12,80 €
		d	.	Precio unitario	Precio parcial
6780267	Cable CU RV 0,6/1 kV 1X50 mm2	1	M	6,59 €	6,59 €
				Subtotal	6,59 €
				Precio total	19,39 €
FC1350	CABLE TIERRA DESNUDO EN ZANJA 0,3X0,5 M	Cantida	Ud	Precio	Precio
	Mano Obra	d	.	unitario	parcial
X50300	Zanja todo terreno 0,3x0,5 m	1	M	12,43 €	12,43 €
X50320	Tendido cable desnudo hasta 50 mm2 zanja	1	M	0,37 €	0,37 €
				Subtotal	12,80 €
	Material contratista	Cantida	Ud	Precio	Precio
		d	.	unitario	parcial
6700137	Cable CU Desnudo 50 mm2	1	M	6,23 €	6,23 €
				Subtotal	6,23 €
				Precio total	19,03 €
FJ1420	CUADRO BT PARA CTI	Cantida	Ud	Precio	Precio
	Mano Obra	d	.	unitario	parcial
X30230	Armado/izado/nivel.apoyo metal monob.: Acopio a pie de hoyo desde nuestro almacén, armado, izado, nivelado y graneteado de apoyo metálico de celosía (tipo monobloque), incluyendo armados, herrajes y accesorios, según normativa de la compañía. En caso de tener que colocar crucetas en postes de hormigón o apoyos metálicos existentes, se podrá aplicar esta posición. Los medios auxiliares para su izado (grúa, pluma, etc.) están incluidos.	6	KG	0,62 €	3,72 €

X30930	Hierro mecaniz. y galvaniz. hasta 200kg Aportación kg de hierro forjado y/o galvanizado en caliente, cortado, soldado, con taladros (en caso necesario) y aportación de tornillería. Incluido el transporte a pie de obra.	6	KG	1,74 €	10,44 €
X50210	Colocar cuadro BT intemperie para CTI: Fijación del cuadro sobre el soporte ya instalado. Incluye equipo telegestión completamente instalado.	1	UD	11,86 €	11,86 €
Material empresa		Cantida d	Ud .	Subtotal Precio unitario	26,02 € Precio parcial
6780180	CUADRO B.T. 4 SALIDAS PARA CTI 400A BASI		Ud .	384,00 €	384,00 €
6780182	KIT DESPACHO Y TELECONTROL CBTI		Ud .	179,00 €	179,00 €
				Subtotal	563,00 €
				Precio total	589,02 €
PANEL SOLAR 0,61KW CANADIAN SOLAR		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
			1	288,53 €	288,53 €
				Subtotal	288,53 €
				Precio total	288,53 €
INVERSOR SOLAR 110KW CANADIAN SOLAR		Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
			1	3.132,85 €	3.132,85 €
				Subtotal	3.132,85 €
				Precio total	3132,8 5 €
670217 3	TACO PLASTICO 12 MM Y 55 MM LONGITUD	Cantida d	Ud .	Precio unitario	Precio parcial
Material contratista			Ud .		
		1	.	0,05 €	0,05 €
				Subtotal	3.132,85 €
				Precio total	3132,8 5 €

6780466 Abrazadera soporte AC PVC 50 mmd rz pos Material contratista	Cantida d 1	Ud . Ud .	Precio unitario 0,37 €	Precio parcial 0,37 €
			Subtotal	0,37 €
			Precio total	0,37 €
6780466 Colocac.conj.sop.abrazadera Mano Obra	Cantida d 1	Ud . Ud .	Precio unitario 0,26 €	Precio parcial 0,26 €
			Subtotal	0,26 €
			Precio total	0,26 €
CABLE RV-K 50MM2 0,6/1KV Material contratista	Cantida d 1185,34	Ud . ML	Precio unitario 9,08 €	Precio parcial 9,08 €
			Subtotal	9,08 €
			Precio total	9,08 €
Conector cable solar MC4 Material contratista	Cantida d 176	Ud . Ud .	Precio unitario 5,93 €	Precio parcial 5,93 €
			Subtotal	5,93 €
			Precio total	5,93 €
CASETA INVERSOR SOLAR Material contratista	Cantida d 1	Ud . Ud .	Precio unitario 400,00 €	Precio parcial 400,00 €
			Subtotal	400,00 €
			Precio total	400,00 €

2 PRESUPUESTO

2.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA BT, OBRA CIVIL

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
EF1016	Arqueta	16	UD	577,16 €	9.234,56 €
EF1018	Marco y tapa de arqueta	16	UD	228,96 €	3.663,36 €
EF1018	Suplemento refuerzo de arqueta	16	UD	106,80 €	1.708,80 €
EJ2609	MI zanja 4Tvasfalto	284	M	101,60 €	28.854,40 €
EJ2610	ML zanja 4t hormigón	11,6	M	114,06 €	1.323,10 €
EV1150	cata loc servicios	14	UD	49,41 €	691,74 €
X40208	suplemento ex roca	114	M3	33,44 €	3.812,16 €
X40902	colocación guía tubular	1136	ML	0,35 €	397,60 €
EV1200	reposición pintura calzada	1	UD	19,48 €	19,48 €
X40993	TAPADO BOCA TUBO	160	UD	1,88 €	300,80 €
				TOTAL, EUROS	50.006,00 €

TOTAL, RELACIÓN VALORADA

50.006,00€

2.2 ALMACENAMIENTO, OBRA CIVIL

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
EF1018	Marco tapa arqueta	1	UD	228,96 €	228,96 €
FC1340	Electrodo 2M	7	UD	24,32 €	170,24 €
FC1350	ML cable tierra aislado	25	M	19,39 €	484,75 €
FC1350	ML cable tierra desnudo	100	M	19,03 €	1.903,00 €
X40208	Excavación en roca	2	M3	96,56 €	193,12 €
X50301	Excavación en todo terreno roca	12	M3	33,44 €	401,28 €
X30107	Entibado	7	M3	16,42 €	114,94 €
X30112	Hormigonado	9,5	M3	132,80 €	1.261,60 €
X30530	Electrodo 80mmd	1	UD	308,71 €	308,71 €
X30532	Sumpl electrodo	70	ML	16,10 €	1.127,00 €
X40992	Hornacina prefab	1	UD	139,22 €	139,22 €
X50319	Mallazo solera equipotencial	95	M2	8,80 €	836,00 €
				TOTAL, EUROS	7.168,82 €

TOTAL RELACIÓN VALORADA

7.168,83€

2.3 PLANTA FOTOVOLTACIA, OBRA CIVIL

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
M99991	Aportación material especial contratista	168	Ud.	130 €	21.840,00 €
X40208	Excavación en roca	3	M3	96,56 €	289,68 €
X50301	Excavación en todo terreno roca	2	M3	33,44 €	66,88 €
				TOTAL EUROS	22.166,88 €

TOTAL RELACCIÓN VALORADA

22.166,88€

2.4 LÍNEA SUBTERRÁNEA BT Y MODIFICACIONES EN C.T.I., OBRA ELÉCTRICA

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
6700027	CABLE 1X150 AL 0,6-1 KV RV SUBT.AISLADO	300	ML	2,02 €	606,00 €
6700028	CABLE 1X240 AL 0,6-1 KV RV SUBT.AISLADO	900	ML	3,25 €	2.925,00 €
6702173	TACO PLASTICO 12 MM Y 55 MM LONGITUD	20	UD	0,05 €	1,00 €
6780466	ABRAZADERA SOPORTE AC PVC 50 MMD PARA RZ POSADA	20	UD	0,37 €	7,40 €
AK1030	CONVERSION AEREO SUBTERRANEA BT TODO TIPO O FACHADA SIN OBRA ELECTRICA	4	UD	53,10 €	212,40 €
CC2080	TENDIDO EN TUBULAR 1 CIRCUITO 3X1X240-1X150	295	M	14,39 €	4.245,05 €
CD1375	DERIVACION BT C SECO 3X240-150 DERIV 3X95- 50COMPRESION	2	1	88,43 €	176,86 €
CD1395	DERIVACION BT C SECO 3X240-150 DERIV 4X50 COMPRESION	2	UD	88,43 €	176,86 €
CH2090	CONEXION CABLE CON TERMINAL 3X240-1X150 MM2	9	UD	24,51 €	220,59 €
FJ1420	CUADRO BT PARA CTI	1	UD	589,02 €	589,02 €
X30444	COLOCACION CONJUNTO SOPORTE ABRAZADERA CON TACO Y CLAVO	20	UD	0,26 €	5,20 €
CC2080	TENDIDO EN TUBULAR CABLE 1 Circuito 3x240+1x150	300	ML	14,39	4.317,00 €
				TOTAL EUROS	13.482,38 €

TOTAL RELACIÓN VALORADA**13.482,38€**

2.5 ALMACENAMIENTO, OBRA ELÉCTRICA

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
	INSTALACIÓN CONTENEDOR PREFABRICADO	1	UD	215.000,00 €	215.000,00 €
				TOTAL EUROS	215.000,00 €

TOTAL RELACIÓN VALORADA

215.000,00€

2.6 PLANTA FOTOVOLTAICA, OBRA ELÉCTRICA

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
	INVERSOR SOLAR	1	Ud.	3.790,75 €	3.790,75 €
	PANEL SOLAR 610W	168	Ud.	349,12 €	58.652,38 €
CH2090	CONEXION CABLE CON TERMINAL 3X240-1X150 MM2	1	Ud.	24,51 €	24,51 €
	CABLE 2x1x16mm2 H1Z2Z2 0,6/1KV	1185	ML	9,08 €	10.762,89 €
	Conector cable solar MC4	176	Ud.	5,93 €	5,93 €
	CASETA INVERSOR SOLAR	1	Ud.	400,00 €	400,00 €
CE1034	EMPAL.BT SECO 3X240-150MM2	1	Ud.	27,24 €	27,24 €
	TERMORRETRAC				
				TOTAL EUROS	73.663,69 €

TOTAL RELACIÓN VALORADA

73.663,69€

2.7 MANIOBRAS Y DESCARGOS

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
X25101	MANIOBRA / DESCARGO RED MT Y CREACION ZONA PROTEGIDA Y TRABAJO CON REALIZACION D	1	UD	74,61 €	74,61 €
X25105	MANIOBRA / DESCARGO RED MT CON VARIOS DESCARGOS RELACIONADOS	1	UD	211,65 €	211,65 €
X35105	MANIOBRA / DESCARGO RED BT CON VARIOS DESCARGOS RELACIONADOS	1	UD	24,72 €	24,72 €
X35111	COLOCACION HASTA 50 AVISOS	1	UD	27,06 €	27,06 €
X59520	GRUPO ELECTRÓGENO 300 KVA DE POTENCIA (10HORAS/1 día)	1	UD	131,25 €	131,25 €
X59550	TRANSPORTE, CARGA Y DESCARGA GRUPO ELECTRÓGENO HASTA 600 KVA	1	UD	210,00 €	210,00 €
X59552	COMPLEMENTO KM. MAS DE 50 KM	179	KM	1,23 €	220,66 €
X59554	SUMINISTRO Y MONTAJE DE INTERCONEXIÓN GRUPO ELECTRÓGENO	1	UD	99,91 €	99,91 €
				TOTAL EUROS	999,86 €

TOTAL RELACIÓN VALORADA

999,86€

2.8 GESTIÓN DE RESIDUOS

REF	Descripción	Cantidad	Unidad	Importe unitario	Total
	Residuos	373,8	Tm	5,48 €	2.048,15 €
				TOTAL EUROS	2.048,15 €

TOTAL RELACIÓN VALORADA

2.048,15€

3 PRESUPUESTO GENERAL

RESUMEN DE RELACIONES VALORADAS	
LINEA BT OBRA CIVIL	50.006,00 €
ALMACENAMIENTO, OBRA CIVIL	7.168,83 €
PLANTA FOTOVOLTAICA, OBRA CIVIL	22.166,88 €
LÍNEA SUBTERRÁNEA BT Y MODIFICACIONES EN C.T.I., OBRA ELÉCTRICA	13.482,38 €
ALMACENAMIENTO, OBRA ELÉCTRICA	215.000,00 €
PLANTA FOTOVOLTAICA, OBRA ELÉCTRICA	73.663,69€
MANIOBRAS Y DESCARGOS	999,86 €
GESTIÓN DE RESIDUOS	2.048,15 €
COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD, CONFORME A LA LEGISLACIÓN VIGENTE	4.658,86 €
TOTAL RELACIÓN VALORADA	339.188,56 €
10% GASTOS GENERALES (PROYECTO, REPLANTEO, DIRECCIÓN OBRA, TRÁMITES ADMINISTRATIVOS, GESTIÓN DE PERMISOS Y OTROS)	33.918,86 €
TOTAL PRESUPUESTO	373.107,42 €

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

TRESCIENTOS SETENTA Y TRES MIL CIENTO SIETE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

DOCUMENTO N°5
PLIEGOS DE CONDICIONES TÉCNICAS

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS LÍNEAS
SUBTERRÁNEAS BAJA TENSIÓN**

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS CENTRO DE
ALMACENAMIENTO**

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INTALACIONES
FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED**

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS LÍNEAS
SUBTERRÁNEAS BAJA TENSION.**

El presente pliego de condiciones se remite a los criterios recogidos en las Normas Técnicas de VIESGO, las cuales se encuentran aprobados por la administración tras la expedición de sendos certificados de adecuación a la reglamentación vigente por parte del Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia.

En concreto, la red de baja tensión subterránea contemplada en este proyecto se ajustará al pliego de condiciones de la siguiente Norma Técnica de VIESGO:

- Norma Técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de baja tensión de VIESGO (Código: NT-ASDS.01 Edición: Enero-18).

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS:
CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA
EN BATERÍAS DENTRO DE EDIFICIO
PREFABRICADO.**

Í N D I C E

1	OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	1
2	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	2
2.1	DIRECCIÓN FACULTATIVA	2
2.2	EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	2
3	CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO	3
3.1	ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	3
3.2	PROYECTO DE LA INSTALACIÓN	3
3.3	DOCUMENTACIÓN FINAL	3
4	CONSIDERACIONES GENERALES	5
4.1	INSPECCIÓN	5
4.2	CONSIDERACIONES PREVIAS	5
4.3	UBICACIÓN	6
4.4	ACCESOR	6
4.5	ORDEN DE LOS TRABAJOS	7
4.6	REPLANTEO	7
4.7	MARCHA DE LAS OBRAS	8
5	CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE	8
5.1	RECEPCIÓN Y ACOPIO	8
5.2	OBRA CIVIL	8
5.2.1	PUERTAS DE ACCESO	9
5.2.2	VENTILACIÓN	9

5.2.3	INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA DE LÍNEAS BT	9
5.3	OBRA ELÉCTRICA	10
5.4	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA	10
5.4.1	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	10
5.4.2	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	11
5.4.3	LÍNEAS DE TIERRAS	11
5.4.4	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA	11
5.4.5	CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS	12
5.4.6	EJECUCIÓN DE PUESTA A TIERRA	12
5.4.7	MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO	13
6	RECONOCIMIENTOS PRUEBAS Y ENSAYOS	13
6.1	RECONOCIMINETO DE LAS OBRAS	14
6.2	PRUEBAS Y ENSAYOS	14
6.3	PRUEBA DE OPERACIÓN MECÁNICA	15
6.4	VERIFICACIÓN DEL CABLEADO	15
7	CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA PUESTA EN SERVICIO	15

1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de Centros de almacenamiento de energía en baterías tipo Zigor o similar en Interior de Edificios Prefabricados, que pasen a formar parte de la red de distribución de VIESGO, en condiciones normales de instalación.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a VIESGO.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican en cada apartado no tienen carácter limitativo. La empresa que ejecute el trabajo recogerá en su procedimiento, además de las aquí indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa y siempre previa aceptación expresa de VIESGO. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción de Centros de almacenamiento de energía en baterías dentro de Edificios Prefabricados, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

2.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación.

Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único

con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

2.2 EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El contratista se obliga a mantener contacto con VIESGO o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger

a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo, el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas.

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

3.1 ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

3.2 PROYECTO DE LA INSTALACIÓN

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, debiéndose contemplar la documentación descriptiva considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

El desarrollo de los apartados que componen el proyecto presupone dar contenido hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado a VIESGO antes del comienzo de las obras

3.3 DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de VIESGO, incluyendo sus

características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a. Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b. Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- c. Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos. Ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.
- d. Certificado de Instalación: Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.
- e. En función de la singularidad de la edificación, distancia a zonas habitadas y residenciales, etc.; se podrá exigir la aportación para su recepción definitiva por VIESGO de la siguiente documentación:
 - Informe emitido por técnico competente que garantice que el local cumple con

la normativa aplicable en materia de protección contra incendios.

- Informe de medición y certificado de cumplimiento emitidos por técnico competente que garantice que el local cumple con la normativa aplicable en materia de aislamiento acústico, ruidos y vibraciones.
- Informe de medición de campos electromagnéticos emitidos por la instalación. En el resto de los casos se podrá exigir alguno de estos informes en función de la singularidad de la edificación, distancia a zonas habitadas y residenciales, etc.

4 CONSIDERACIONES GENERALES

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de VIESGO.

La construcción de Líneas de Baja Tensión Subterráneas requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación, así como de las Normas y Especificaciones de VIESGO referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE, UNESA, etc.

4.1 INSPECCIÓN

En el proceso de ejecución de todas aquellas obras que pretendan ser cedidas a VIESGO, el promotor estará obligado a comunicar el inicio de los trabajos a fin de que VIESGO pueda realizar las labores de inspección precisas.

4.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las instalaciones serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO.

La Dirección Facultativa y/o el Gestor de VIESGO rechazarán todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO, aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

4.3 UBICACIÓN

La ubicación del centro de almacenamiento de energía será fijada por VIESGO teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico, seguridad y mantenimiento de las instalaciones, y de garantía de servicio. A continuación, se desarrollan los aspectos básicos de su ubicación y accesos:

- El edificio tipo superficie se instalará a nivel de planta de calle.
- El emplazamiento será tal que su acceso se realice siempre directamente desde la calle o vial público a través de puerta directamente accesible.
- El emplazamiento deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, que entren o salgan de él, hacia vías públicas o galerías de servicio.
- El nivel freático histórico más alto se encontrará 0,3 metros por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del local.

4.4 ACCESOS

El acceso se realizará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.

Excepcionalmente, el acceso podría realizarse desde una vía de uso restringido, debiendo ser accesible en todo momento y en cualquier circunstancia, al personal y equipos designados por VIESGO, con la correspondiente servidumbre de paso para el transporte de los elementos que integran el centro de almacenamiento de energía. Quedará a juicio de VIESGO la valoración del cumplimiento o no de todos los requisitos asociados al acceso del centro de almacenamiento de energía.

El acceso al interior del local será exclusivo para el personal de la empresa distribuidora, o personal expresamente designado y autorizado por VIESGO (empresas colaboradoras de mantenimiento, montajes, revisión, etc.). Este acceso estará situado en una zona que, con el centro de almacenamiento de energía abierto, se deje paso libre permanente a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte en camión, hasta el lugar de ubicación del centro de almacenamiento de energía y demás elementos integrantes del mismo. Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de los materiales, los accesos por vía de uso restringido dispondrán de la correspondiente señalización de prohibición de aparcar.

Los suelos de las zonas por donde deba desplazarse el centro de almacenamiento de energía para ir a su emplazamiento definitivo deberán soportar una carga rodante de 3.500 kg/m^2 .

4.5 ORDEN DE LOS TRABAJOS

La Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

4.6 REPLANTEO

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos se marcará en el terreno, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO, la zona donde se ubicará el centro de almacenamiento de energía, así como la excavación a realizar. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo con el

proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

4.7 MARCHA DE LA OBRAS

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

5.1 RECEPCIÓN Y ACOPIO

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Las operaciones de acopio y transporte (incluida la carga y descarga) se efectuarán de modo que los materiales dispongan en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

El material se descargará en el lugar más adecuado para facilitar los trabajos y no se efectuará en terrenos inadecuados que puedan deteriorar el material. Todo material quedará debidamente señalizado y delimitado.

El acopio de materiales se hará de forma que éstos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

5.2 OBRA CIVIL

Los trabajos de obra civil para el asentamiento del edificio prefabricado estarán realizados con los materiales adecuados y de acuerdo con el proyecto, esquemas o planos, así como con las indicaciones del fabricante del edificio.

Se realizará una acera perimetral y equipotencial en todo el perímetro del edificio prefabricado, con una anchura mínima de un metro. El acabado superficial de esta

acera será hormigón, baldosa o el consensuado con la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO. En casos excepcionales las dimensiones de esta acera podrán ser modificadas bajo aprobación de la Dirección Facultativa y/o Gestor de VIESGO. Los acabados exteriores podrán ser aportados por el fabricante del edificio prefabricado, o bien aplicados directamente en obra, debiendo ser acordes al entorno en que se ubique el centro de almacenamiento de energía y en cualquier caso a las exigencias y condicionados por los organismos públicos afectados. El forjado del local que albergue el centro de almacenamiento de energía tendrá una carga portante mínima de 3500kg/m^2 .

5.2.1 Puertas de Acceso

El acceso al centro de almacenamiento de energía será desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal, vehículos y material en todo momento. En todo caso será de acuerdo con el proyecto entregado al promotor. Se comprobará el buen funcionamiento de la puerta de acceso al centro de almacenamiento de energía, tanto para personal como para materiales. La puerta abrirá un ángulo mínimo de 180° .

El local contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. El sistema de cierre se efectuará mediante cerradura normalizada por VIESGO.

Las puertas de acceso dispondrán de cerradura normalizada por VIESGO para centros de almacenamiento de energía.

5.2.2 Ventilación

La superficie y colocación de las rejillas de ventilación se corresponderán con lo indicado en el plano del proyecto y diseño del fabricante del sistema de almacenamiento de energía. Las rejillas darán siempre al exterior del edificio y no podrá haber ningún obstáculo que impida la entrada y salida del aire. Las rejillas no permitirán la entrada de objetos desde el exterior.

Las rejillas de ventilación podrán colocarse insertadas en las puertas de acceso.

5.2.3 Instalación de Tubos de Entrada de Líneas BT

Se comprobará el número y diámetro de los tubos de entrada al centro de almacenamiento de energía, y que sus cantos estén redondeados en ambos extremos.

El sellado de los tubos se efectuará siempre por la vía pública, mediante mortero ignífugo o sistema equivalente en los tubos vacíos, y, en los que están

ocupados por una línea se rellenará con mortero ignífugo o sistema equivalente previa separación de los cables entre sí a fin de poder introducirlo entre ellos.

5.3 OBRA ELÉCTRICA

Las instalaciones dentro del contenedor están prediseñadas por el fabricante del sistema de almacenamiento de energía, y cumplirán toda la normativa de aplicación.

5.4 SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA

El centro de almacenamiento de energía estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Esta puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión. La instalación de puesta a tierra será independiente de la tierra del edificio.

Se realizará el estudio del sistema óptimo de puesta a tierra con objeto en ningún punto normalmente accesible de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, exista el riesgo de estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

El sistema de puesta a tierra adoptado cumplirá las prescripciones recogidas en la Reglamentación Vigente ITC-RAT 13.

5.4.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Tiene por finalidad limitar la tensión a tierra de aquellas partes de la instalación eléctrica, normalmente sin tensión, pero que pueden, eventualmente, ser puestas en tensión a causa de un defecto.

Comprende las puestas a tierra de:

- Mallazo equipotencial del centro de almacenamiento de energía.
- Masas de baja tensión.
- Pantallas metálicas de los cables.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación y tapas de las canaletas.
- Bandejas metálicas de cables.

No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Recorrerá todo el perímetro interior del edificio prefabricado y estará formada por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección que irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final en una caja de seccionamiento. Esta red de tierras se unirá mediante conductor de cable unipolar de cobre desnudo de 50 mm² de sección al electrodo exterior de puesta a tierra de protección.

5.4.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, se conecta el neutro a una toma de tierra independiente, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra. Esta toma de tierra conectará el borne del neutro del transformador de aislamiento galvánico, mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección, a una caja de seccionamiento. A continuación, se unirá mediante conductor de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de sección al electrodo exterior de puesta a tierra de servicio.

5.4.3 LÍNEAS DE TIERRAS

Los conductores empleados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

En ningún caso se admitirán secciones inferiores a 50 mm² de cobre.

La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1'2/50 µs).

5.4.4 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos:

- a. Conjunto de picas de acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud, dispuestas generalmente en hilera con una separación mínima entre ellas de 4 m y unidas mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección, realizándose todas las conexiones con soldadura aluminotérmica. Su número será determinado por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

- b. Electrodo profundo en pozo de perforación con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Su profundidad será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.
- c. Conductor enterrado horizontalmente, formado por cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Su longitud será determinada por procedimientos de cálculo a fin de que no se sobrepasen los valores de las tensiones de paso y contacto máximos reglamentarios.

5.4.5 CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS ELECTRODOS

Las picas se hincarán verticalmente quedando la parte superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la de la parte superior de las picas.

Los electrodos profundos se dispondrán verticalmente.

5.4.6 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

- a. Llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.
- b. Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- c. Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- d. La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.
- e. No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del centro de almacenamiento de energía.

Además, se dejará previsto un punto accesible de la red de tierras de protección para la medida de esta. Este punto estará debidamente protegido,

señalizado y conectará con la red exterior de puesta a tierra de protección, pudiendo ser seccionable.

5.4.7 MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Después de construida la instalación de puesta a tierra, se procederá a la realización de las verificaciones correspondientes a fin de comprobar el cumplimiento de la reglamentación vigente tal como se prescribe en la instrucción ITC-RAT 13, aptdo 8.1. Si fuese necesario, a la vista de los valores obtenidos, se harán las modificaciones necesarias en el sistema de puesta a tierra con la finalidad de obtener unos valores que se mantengan dentro de los rangos reglamentarios. Asimismo, y de acuerdo con lo prescrito en el aptdo 8.2. de la misma instrucción se comprobará periódicamente el estado de las instalaciones de puesta a tierra.

En caso de no obtenerse los valores reglamentarios en que lo que se refiere a las tensiones de paso y contacto se adoptarán medidas encaminadas debiendo certificarse finalmente la obtención de dichos valores. Se proponen las siguientes:

	Procedimiento	Efectos sobre
1º	Reducir el valor de la resistencia de puesta a tierra, aumentando la longitud del electrodo y/o disminuyendo la resistividad del terreno.	Tensiones de paso y contacto.
2º	Realizar aceras aislantes de 1 m de anchura mínima.	Tensión de contacto.
3º	Situar el punto superior del electrodo a una profundidad superior a 0,80 m	Tensiones de paso
4º	Instalación de anillos difusores de dimensiones crecientes, enterrados en disposición piramidal.	Tensiones de paso

6 RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora eléctrica autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

6.1 RECONOCIMIENTO DE LA OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Tipo, tensión e intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Geometría de las obras de fábrica.
- Estado de los revestimientos, pinturas y pavimentos y ausencia en estos de grietas, humedades y penetración de agua.
- Acabado, pintura y estado de la carpintería metálica.
- Ejecución de los sistemas de ventilación.
- Ejecución de sistema de iluminación.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos pertinentes.

6.2 PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez ejecutada la instalación, se procederá por parte de entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes, la medición de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia del sistema de tierra.

- Tensiones de Paso y Contacto.

6.3 PRUEBA DE OPERACIÓN MECÁNICA

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparallaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

6.4 VERIFICACIÓN DE CABLEADO

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

7 CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA PUESTA EN SERVICIO

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deba realizarse, se garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo, el centro de almacenamiento de energía deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento (ITC-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de los elementos instalados.

En el interior del local no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS
A LA RED**

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES	1
2 OBJETO	2
3 GENERALIDADES	3
4 DEFINICIONES	4
4.1 RADIACIÓN SOLAR	4
4.2 INSTALACIÓN	4
4.3 MÓDULOS	5
5 DISEÑO	6
5.1 DISEÑO DE GENERADOR FOTOVOLTAICO	6
5.1.1 GENERALIDADES	6
5.1.2 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE SOMBRAS	6
6 COMPONENTES Y MATERIALES	7
6.1 GENERALIDADES	7
6.2 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS	7
6.3 ESTRUCTURA SOPORTE	9
6.4 INVERSORES	10
6.5 CABLEADO	11
6.6 MEDIDAS	12
6.7 PROTECCIONES	12

6.8 MEDIDAS DE SEGURIDAD	12
7 RECEPCIÓN Y PRUEBAS	13
8 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO	14
8.1 GENERALIDADES	14
8.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	14

1. ANTECEDENTES

Esta documentación, ha sido elaborada en base al documento existente del Departamento de Energía Solar del IDAE y CENSOLAR, es una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Ajustado a las características del presente proyecto de NUEVO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO CON GENERACIÓN RENOVABLE E INTALACIÓN SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN.

Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica de distribución

2 Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

3 Generalidades

Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

—

4 Definiciones

4.1 Radiación solar

Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

4.2 Instalación

Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

4.3 Módulos

Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

5 Diseño

5.1 Diseño del generador fotovoltaico

5.1.1 GENERALIDADES

- El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.
- Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.
- En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

5.1.2 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS

- La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.
- Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el Anexo III. del presente proyecto.

6 Componentes y materiales

6.1 Generalidades

- aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

6.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

- Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de

características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre.

Cualificación del diseño y homologación.

- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres.

Cualificación del diseño y aprobación de tipo.

- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV).
Cualificación del diseño y homologación.

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

6.3 Estructura soporte

- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- La empresa designada por la distribuidora encargada de la obra hará un soporte de sujeción en el terreno, de tal manera que según lo anterior descrito y de acuerdo con la tipología del terreno, en este caso rocoso, se haga una estructura prediseñada anclada a la roca, en el que los cables se dispongan por debajo de las placas, que tengan un acceso fácil para su mantenimiento y que el acero utilizado para la estructura prediseñada que soporte el panel sea resistente a la corrosión. Se aportarán las unidades necesarias en el cuadro de precios para la creación de esta estructura por la compañía técnica encargada de las obras

6.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
 - Cortocircuitos en alterna.
 - Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencia de red fuera de rango.
 - Sobretensiones, mediante varistores o similares.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.
- Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes
- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100 % de la potencia nominal, será como mínimo del 92 % y del 94 % respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

6.5 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

6.6 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico

6.7 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

6.8 Medidas de seguridad

- Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.
- Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

7 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.
- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades

- Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.
- El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

8.2 Programa de mantenimiento

- El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.
- Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
 - Mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento correctivo.
- El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 110 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:
 - Comprobación de las protecciones eléctricas.
 - Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
 - Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.

DOCUMENTO N°6
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

Í N D I C E

1 NTRODUCCION	1
1.1 OBJETO	1
1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	3
2.1 DATOS DE LA OBRA	3
2.2 ACCESOS	3
2.3 PERSONAL PREVISTO	3
2.4 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	3
2.5 PLAZO DE EJECUCIÓN	3
3 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LA OBRA	4
3.1 INTERFERENCIAS DE SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADAS	4
3.1.1 LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS	4
3.1.2 CONDUCCIONES DE AGUA	6
3.2 VALLADO PROVISIONAL DE LA OBRA Y SEÑALIZACIÓN	7
3.3 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA	9
3.4 INSTALACIONES PROVISIONALES	9
3.4.1 CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA/GRUPO ELECTRÓGENO	9
3.4.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	15

4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS

ACTIVIDADES DE OBRA 17

4.1 REPLANTEO	17
4.2 MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES	19
4.3 EXCAVACIÓN DE LA LÍNEA	22
4.4 IZADO, DESPLAZAMIENTO Y COLOCACIÓN DE CARGAS	26
4.5 CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA	28
4.6 TENDIDO DE CONDUCTORES EN CALAIZACIÓN SUBTERRÁNEA	31
4.7 RELLENO Y COMPACTACIÓN	33
4.8 HORMIGONADO Y REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO	35
4.9 TRABAJOS EN FRÍO	38
4.10 TRABAJOS EN TENSIÓN	40

5 RIEGOS Y MEDIDAD PREVENTIVAS DE LA

MAQUINARIA DE OBRA 42

5.1 BARQUILLA (CESTAS) Y PLATAFORMAS	43
5.2 CAMIÓN GRÚA	45
5.3 CAMIÓN	49
5.4 COMPRESOR	51
5.5 EXTENDEDORA ASFÁLTICA	52
5.6 HERRAMIENTAS MANUALES	53
5.7 MÁQUINAS HERRAMIENTAS	54
5.8 MARTILLO NEUMÁTICO	56
5.9 MINI COMPACTADORA	57

5.10	MINI DUMPER (MOTOVOLQUETE)	58
5.11	RETROEXCAVADORA	60
5.12	MÁQUINA HINCA(TOPO)	62
5.13	TRANSPALETA	65

6 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS

AUXILIARES 67

6.1	ELEMENTOS DE IZADO	67

7 RIESGOS INHERENTES DE LAS OBRAS 77

7.1	TRABAJOS SUPERPUESTOS	77
7.2	MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS	79
7.3	ORDEN Y LIMPIEZA	83
7.4	SEÑALIZACIÓN	86
7.5	SEÑALIZACIÓN DE OBRAS EN CARRETERA	96

8 PLIEGO DE CONDICIONES 99

8.1	NORMATIVA VIGENTE	99
8.2	PRINCIPIOS GENERALES EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	103

9 VIGILANCIA, INSPECCIÓN Y CONTROLES PERIÓDICOS

ELAS CONDICIONES DE LA OBRA 104

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Art. 4, "Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras", el promotor estará obligado a que en la fase de redacción se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen"

En concreto, para la realización de este proyecto, los supuestos específicos que obligarían a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud y no un Estudio Básico de Seguridad y Salud serían:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Dado que no se da ninguno de los supuestos anteriormente especificados, se procede a elaborar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. Por ello se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1.997 y establecer los medios y regular las actuaciones, para que todos los trabajos que se realicen en la obra NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS, PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO impliquen el menor riesgo posible que pueda producir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Este Estudio se propone, potenciar al máximo los aspectos preventivos en la ejecución de la obra, para garantizar la salud e integridad física de los trabajadores y personas del entorno. Para ello se han de evitar las acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, falta o insuficiencia de medios, siendo preciso, por lo tanto:

- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de las actividades de la obra.

- Aplicar técnicas de trabajo que reduzcan en lo posible estos riesgos.
- Prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de seguridad necesarias.

Con independencia del contenido de este Estudio, que define los aspectos específicos del tratamiento de los riesgos de esta obra, y de la organización prevista para regular las actividades de Seguridad y Salud, se tendrá en cuenta y se cumplirán las disposiciones legales relativas a Prevención de Riesgos Laborales.

Además, el Real Decreto 1627/1997 en su Art. 7.1. expone que en aplicación de este Estudio los contratistas elaborarán un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio. Este Plan lo realizará de acuerdo a las características definidas en el Estudio y de acuerdo a lo exigido en el Pliego de Condiciones.

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio afecta a todos los trabajos que se realicen en la obra NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS, PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO

Los trabajadores de las empresas subcontratadas y los autónomos se considerarán a efectos de seguridad en los trabajos como trabajadores de la empresa de Contrata principal y sometidos al Plan de Seguridad y Salud que elabore el contratista. Además, la empresa subcontratada, deberá cumplir las mismas obligaciones para sus trabajadores que la empresa de contrata con los suyos, si bien esta última debe informar a la subcontrata de los riesgos para que sea ésta la que, a su vez, informe a sus trabajadores.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 DATOS DE LA OBRA

- Obra: NUEVO ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS, PARQUE GENERACIÓN SOLAR Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN TRESVISO
- Situación: Tresviso.
- Promotor: Viesgo Distribución Eléctrica, S.L.
- Autor del Estudio: Marcos Álvarez Piñal.

2.2 ACCESOS

El acceso de la maquinaria y del personal de obra se definirá en la fase de replanteo de la obra.

2.3 PERSONAL PREVISTO

El personal previsto como máximo, en un momento puntual para el desarrollo de la obra será el definido por la empresa contratista en su plan de seguridad entregado a la compañía distribuidora

2.4 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

El presupuesto total estimado para la ejecución de todas las actividades recogidas en el proyecto de ejecución asciende a Trescientos setenta y tres mil ciento siete euros con cuarenta céntimos. (373.107,42€).

2.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución previsto de la obra objeto del presente Estudio será el definido por el contratista en el plan de seguridad entregado a la empresa distribuidora

3 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LA OBRA

Previo al inicio de la obra los contratistas deberán realizar el replanteo de la misma, solicitando a las Compañías Distribuidoras los planos de los servicios que previsiblemente pudieran ser afectados por la ejecución de la misma. Dichos planos deben estar permanentemente en obra.

3.1 INTERFERENCIAS DE SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADAS

Antes del inicio de la obra hay que conocer los servicios públicos y/o privados (red de agua, gas, electricidad, saneamiento e infraestructuras de telecomunicaciones, carreteras, redes viarias) que pueden atravesar la zona de trabajo. Se deberá disponer, previamente al inicio de la obra, la siguiente documentación:

- Planos de servicio de la zona.
- Pliego de condiciones generales y particulares de las autorizaciones administrativas de obras y cruzamientos
- Números de emergencias de las compañías de servicio.

Una vez conocidas las infraestructuras de servicios y servidumbres que discurren por la zona, las empresas contratistas realizarán un replanteo y darán las instrucciones oportunas para que el trabajo se ejecute sin que resulte dañada ninguna de dichas instalaciones de servicio. En dicho replanteo quedarán marcados los lugares de acopio de materiales, escombros y maquinaria de obra pública, zonas de paso de peatones, vallado de las áreas de trabajo, señalización al tráfico a realizar, etc.

Seguidamente se presentan las normas básicas de seguridad a tener en cuenta ante la presencia de instalaciones de servicios en la zona de trabajo o en sus proximidades.

3.1.1 Líneas eléctricas subterráneas y aéreas

Normas de seguridad:

- Localizada la línea eléctrica subterránea en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Se verificarán los datos recogidos en los planos de servicio realizando una medición con un detector de campo que indique el

trazado y profundidad del conductor eléctrico.

- No es aconsejable llegar con máquinas excavadoras a menos de un metro de las líneas eléctricas subterráneas y con martillos neumáticos hasta 0.5 metros, concluyendo los últimos centímetros con herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforación del cable.
- Una vez descubierta la línea podemos encontrar dos posibilidades; la línea está protegida por un prisma de hormigón, o bien los cables están al aire:
 - En caso de existir un prisma de hormigón, continuaremos el trabajo sin realizar ninguna operación de demolición o picado del prisma.
 - En caso de estar los cables al aire, paralizaremos los trabajos de forma inmediata, contactaremos con la empresa distribuidora con el objetivo que la línea sea descargada, o bien operarios autorizados y contratados por la empresa distribuidora realicen un aislamiento de seguridad de la línea. Hasta que no se descargue o se aíste la línea eléctrica se evacuará y vallará la zona de trabajo.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la red eléctrica. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de electricidad.
- Queda prohibido almacenar material sobre el prisma o el cable eléctrico.
- Queda prohibido utilizar el prisma como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar el prisma como punto de apoyo para salir de las zanjas.
- Ante la existencia de una línea eléctrica aérea se colocarán porterías con banderolas de color blanco y rojo que delimiten la altura máxima.
- Ante trabajos en proximidad, se solicitará a la compañía la protección de los cables.

En caso de rotura:

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad. No tocar ningún conductor eléctrico. En caso de que la línea eléctrica haya sido seccionada total o parcialmente por maquinaria de obra pública, el conductor no abandonará la cabina hasta que el suministro haya sido interrumpido.
- Avisar a la compañía distribuidora de electricidad y al número de emergencia

112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.

- Acotar zona del siniestro impidiendo que peatones y vehículos estén próximos a él.
- En caso de que un trabajador reciba un contacto eléctrico se avisará inmediatamente al número de emergencia 112, y no se actuará sobre él hasta que no haya confirmación de la compañía eléctrica del corte del suministro.

3.1.2 Conducciones de agua

Normas de seguridad:

- Localizada la conducción de agua en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Para la verificar la exactitud de los planos de servicios se debe comprobar la existencia en los alrededores de registros.
- Conocido el trazado y profundidad de la conducción se excavará con medios mecánicos hasta aproximadamente 0.5m de la conducción, a partir de los cuales se utilizarán medios manuales. Si se duda sobre el trazado y profundidad exacta se realizarán catas con medios manuales hasta encontrar la conducción.
- Se deberán apuntalar o suspender las tuberías descubiertas en grandes tramos.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la tubería de agua. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de agua.
- Queda prohibido almacenar material sobre la tubería.
- Queda prohibido utilizar la tubería como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar la tubería como punto de apoyo para salir de las zanjas. En caso de rotura:
- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad.
- Avisar a la compañía distribuidora de agua y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar zona del siniestro impidiendo que peatones y vehículos estén próximos

a la zona inundada.

- Una vez el suministro haya sido cortado, se procederá al achique del agua de las zanjas. Si la inundación es de grandes dimensiones se solicitará a los bomberos que achiquen el agua. En caso de pequeñas inundaciones se vaciará el agua de las zanjas mediante cubos.

3.2 VALLADO PROVISIONAL DE LA OBRA Y SEÑALIZACIÓN

Las condiciones del vallado serán:

- Las vallas se dispondrán en todo el perímetro de la obra, a una distancia del borde de 60 cm, ancladas entre sí con los elementos de amarre de que disponen.
- Las vallas a utilizar con cerramiento y a su vez como protección de las zonas de trabajo y zanjas, serán de las denominadas vallas tipo ayuntamiento o vallas de contención, con 2,5m de anchura ,1m de altura, fabricadas en tubo de acero y con elementos de amarre.
- Las zonas donde trabaje maquinaria deberán quedar perfectamente vallada y delimitada. El acceso a la zona de trabajo se realizará retirando las vallas necesarias, y una vez la máquina este dentro, se volverán a colocar las vallas en su posición inicial. Estas vallas proporcionarán una barrera física entre las máquinas y el personal que realice la obra, los peatones y los vehículos que utilicen la vía pública.
- Cuando se ejecuten obras en acera y no sea posible mantener en la misma un paso de peatones de al menos 1.5 metros de anchura, deberá habilitarse un pasillo de dicha anchura en la zona de la calzada más próxima al bordillo. Dicho pasillo deberá protegerse en sentido longitudinal, por ambos lados, con una línea continua de vallas y deberá emplearse señalización nocturna para una mejor visualización de la invasión de la calzada.
- Las personas que realicen obras en la vía pública o colindantes, deberán prevenir el ensuciamiento de la misma y los daños a personas o cosas. Para ello es obligatorio colocar vallas y elementos de protección para la carga y descarga de materiales y productos de derribo.
- Los materiales de suministro, así como los residuales, se dispondrán en el interior de la obra o dentro de la zona acotada de la vía pública debidamente

autorizada. Si hubiera que depositarlos en la vía pública, será necesaria autorización municipal y se hará en un recipiente adecuado, pero nunca en contacto directo con el suelo.

- Todas las operaciones de obras como amasar, aserrar, etc., se efectuarán en el interior del inmueble de la obra o dentro de la zona acotada de vía pública debidamente autorizada, estando totalmente prohibida la utilización del resto de vía pública para estos menesteres.
- En la realización de calicatas, deberá procederse a su cerramiento conforme a lo establecido en la Ordenanza Municipal de Obras e Instalaciones que impliquen afección de la vía pública.
- Al objeto de evitar el ensuciamiento de la vía pública, de forma inmediata a producirse el relleno de la calicata deberá procederse a la reposición del pavimento afectado. En ningún caso, podrán retirarse las señalizaciones y vallas protectoras hasta que se haya procedido a la reposición de los pavimentos en su estado original.
- Es obligación del constructor la limpieza diaria y sistemática de la vía pública que resulte afectada por la construcción de edificios o realización de obras, incluido el ensuciamiento derivado del trasiego de maquinaria y vehículos de carga por el viario de acceso o salida al lugar de la obra.
- Se utilizará vallado de cerramiento cuando la excavación además de ser profunda se desarrolle en zonas con tránsito de peatones.
- Las condiciones del vallado del cerramiento provisional de la obra serán de 2 metros de altura.
- El vallado deberá ser revisado periódicamente por el encargado o Jefe de obra. Respecto a la señalización se deberá tener en cuenta:
- Los elementos de señalización y protecciones horizontales y verticales deberán mantenerse hasta la total finalización de los trabajos de reposición, limpieza y retirada de maquinaria y escombros.
- Deberá presentar la siguiente señalización cuando sea de aplicación:
 - Prohibido el paso.
 - Prohibido aparcar
 - Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
 - Obligatoriedad del uso del casco, botas y protección auditiva en el recinto de

la obra.

- Cartel de obra.
- En los lugares de paso y de poca luminosidad, deberá colocarse focos de balizamiento intermitente.

3.3 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Deberá existir siempre un vehículo en la zona en que se desarrollen los trabajos para los desplazamientos necesarios.

Se dispondrá de un botiquín portátil en el vehículo para efectuar las curas de urgencia.

Se hará cargo de dicho botiquín la persona más capacitada.

Se dispondrá en sitio visible una lista con los teléfonos y direcciones de emergencias para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados.

Para la presente obra, en caso de accidente o emergencia, los teléfonos y direcciones de los Centros Sanitarios y de urgencias a los que acudir serán:

- EMERGENCIAS: 112
- POLICÍA: 091
- BOMBEROS: 080
- AMBULANCIAS: 061
- CENTRO SANITARIO CERCANO (El indicado por el contratista en su plan de seguridad)

3.4 INSTALACIONES PROVISIONALES

3.4.1 Conexión a la red eléctrica/grupo electrógeno

Riesgos más comunes:

- Heridas punzantes en manos.

Caídas al mismo nivel.

- Electrocución: contactos eléctricos directos e indirectos, derivados esencialmente de:
- Trabajos con tensión.
- Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.

- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados o deteriorados.
- Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

Normas preventivas:

A) Sistema de protección contra contactos indirectos

- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

B) Normas de prevención tipo para los cables

- El calibre o sección del cableado será el especificado y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar, en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal 1.000 voltios como mínimo, y sin defectos apreciables (rasgones, repelones o similares). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará, siempre que se pueda, mediante canalizaciones enterradas.
- La interconexión de los cuadros secundarios se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento, en torno a los 2 m., para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Las mangueras de "alargadera":
 - a) Si son para cortos períodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
 - b) Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable I.P. 447).

C) Normas de prevención para los interruptores

- Se ajustarán expresamente a los especificados en el Reglamento

Electrotécnico de Baja Tensión.

- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

D) Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos

- Serán metálicos, de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.
- Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces, como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán, adherida sobre la puerta, una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales
- o bien, a "pies derechos", firmes.
- Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado, según el cálculo realizado.
- Los envolventes, apartamentas, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie deberán de tener un grado de protección mínimo IP. 45

E) Normas de prevención para las tomas de energía

- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina

o máquina-herramienta.

- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para

evitar contactos eléctricos directos.

- Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de los útiles especiales, o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

F) Normas de prevención para la protección de los circuitos

- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos como necesarios; su cálculo será efectuado siempre minorando, con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación de las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA (s/ R.E.B.T.) Alimentación a la maquinaria

30 mA (s/ R.E.B.T.) Alimentación a la maquinaria
como mejora del nivel de seguridad

30 mA Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil

G) Normas de prevención para las tomas de tierra

- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la ITC-BT-18 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- En caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora de la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o

placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación. Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de la obra.

- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón, en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos, únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo, de 95 mm² de sección como mínimo, en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación, incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- En caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión, carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra tanto de la grúa como de sus carriles deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de la obra.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.

H) Normas de prevención para la instalación de alumbrado

- La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados (o húmedos) se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas, evitando rincones oscuros.

I) Normas de seguridad de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones

de la instalación eléctrica provisional de obra

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista y en posesión del carné profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente y, en especial, en el momento en que se detecte un fallo, se declarará "fuera de servicio" mediante la desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación, se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables, solo la realizarán los electricistas.

B) Normas de protección

- Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
- Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional, se cubrirán con viseras contra la lluvia.
- Los postes provisionales de los que colgarán las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2m. (como norma general) del borde de la excavación, carretera y asimilables.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal (nunca junto a escaleras de mano).
- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave), en servicio.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.), debiéndose utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a

cada caso.

3.4.2 Protección contraincendios

A.-Prevención

- A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomará las siguientes medidas:
 - Orden y limpieza general en toda la obra.
 - Se separarán el material combustible del incombustible amontonándolo por separado en los lugares indicados para tal fin para su transporte a vertedero diario.
 - Almacenar el mínimo de gasolina, gasóleo y demás materiales de gran inflamación.
 - Se cumplirán las normas vigentes respecto al almacenamiento de combustibles.
 - Se definirán claramente y por separado las zonas de almacenaje.
 - La ubicación de los almacenes de materiales combustibles, se separarán entre ellos (como la madera de la gasolina) y a su vez estarán alejados de los tajos y talleres de soldadura eléctrica y oxioacetilénica.
 - La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes será mediante mecanismos antideflagrantes de seguridad.
 - Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
 - Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.
 - Señalizaremos a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
 - Prohibido fumar.
 - Indicación de la posición del extintor de incendios.
 - Peligro de incendio.
 - Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos).
- #### B.-Extinción
- El tipo de extintor a colocar dependerá del tipo de fuego que se pretenda apagar (tipos A, B, C, E), dependiendo del trabajo a realizar en cada fase de la obra. Siempre que se desarrollen trabajos de soldadura, se debe tener un

extintor en las proximidades.

- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en la obra, el número de teléfono del servicio de bomberos.
- Independientemente de los extintores que existan en la instalación, los que sean necesarios según el trabajo a efectuar, se situarán de forma racional, según dimensiones, riesgos y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos
- En caso de no existir extintor en las instalaciones, el personal de empresas de contrata, llevarán en sus vehículos al menos un extintor portátil de eficacia mínima 89B. Este extintor será homologado para vehículos y para su uso en presencia de la electricidad.
- Cuando se realicen trabajos en zonas que tengan sistemas automáticos de extinción, éstos deberán ponerse en posición manual mientras duren los trabajos.
- Cuando se realicen trabajos en instalaciones cerradas deberán conocerse las posibles vías de evacuación para un caso de siniestro, debiendo quedar expeditas y señalizadas.
- Se dará parte de incidencia de incendios a la compañía distribuidora cualquier conato o incendio que se produzca durante la realización de los trabajos.

4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra, se tendrán en cuenta las siguientes unidades constructivas:

- Replanteo.
- Manipulación y transporte de materiales.
- Excavación.
- Canalización de la línea.
- Tendido de conductores en canalización subterránea.
- Relleno y compactación.
- Hormigonado y reposición del pavimento.
- Trabajos en frío.
- Trabajos en tensión.

4.1 REPLANTEO

El replanteo de la obra se realizará antes del inicio de la misma teniendo en cuenta las instalaciones y servicios públicos y privados, así como los condicionantes propios de los terrenos y áreas donde se ubicará la obra. Aunque esta actividad es previa al inicio de la obra presenta riesgos, y por lo tanto es necesario identificar los riesgos previsibles, así como definir las medidas de prevención y protección a aplicar.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Atropellos.
 - Contactos eléctricos directos.
 - Caídas de objetos.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Proyecciones.
 - Choques y golpes.

- Condiciones ambientales del puesto.
- Agresiones de animales.
- Medidas preventivas:
 - Deben evitarse subidas o accesos por zonas con mucha pendiente, si no se está debidamente amarrado a un sistema anticaídas (línea de vida, dispositivo anticaídas y arnés de seguridad).
 - Todo el equipo debe usar botas antideslizantes y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel.
 - Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, tiene que desarrollarse utilizando un sistema anticaída (línea de vida, dispositivo anticaídas y arnés de seguridad).
 - Para la realización de las comprobaciones o materializar datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, tendrá que acceder por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares (escaleras fijas).
 - No se podrá realizar una labor de replanteo en las estructuras, hasta que estén los bordes y huecos protegidos con las correspondientes barandillas, o paños de redes que cubran dichos huecos.
 - Debe evitarse la estancia durante los replanteos, en zonas que puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones con herramientas hasta que se haya abandonado la zona.
 - Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrá que usar guantes, y punteros con protector de golpes en manos.
 - Deben evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpes, por tener riesgo de proyección de partículas de acero, en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas, durante estas operaciones.
 - En los tajos que por necesidades se tenga que realizar alguna comprobación con la maquinaria funcionando y en movimiento, se realizará las comprobaciones, preferentemente parando por un momento el proceso constructivo, o en su caso realizar las comprobaciones siempre mirando hacia la máquina y nunca de espaldas a la misma.
 - Se comprobarán antes de realizar los replanteos la existencia de cables eléctricos y demás servicios afectados, para evitar contactos directos o

indirectos con los mismos.

- Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y en caso de peligro con mucho tráfico los replanteos se realizarán con el apoyo de señalistas.
- Las miras utilizadas, serán dieléctricas.
- En el vehículo se tendrá continuamente un botiquín que contenga los mínimos para la atención de urgencias, así como, antiinflamatorios para aplicar en caso de picaduras de insectos.
- Equipos de Protección Individual:
 - Casco homologado con barbuquejo.
 - Mascarilla antipolvo.
 - Filtros para reposición de mascarillas.
 - Pantallas facial anti-impactos.
 - Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
 - Mono de trabajo.
 - Traje de agua.
 - Chalecos reflectantes.
 - Guantes de lona y piel.
 - Botas de agua, para protección frente al agua y la humedad.
 - Botas de seguridad.

4.2 MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Cortes.
 - Caída de objetos.
 - Choques y golpes.

- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Atrapamiento.
- Condiciones ambientales
- Sobrecarga física.
- Tráfico.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Inspección del estado del terreno.
 - Utilizar los pasos y vías existentes.
 - Limitar la velocidad de los vehículos.
 - Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, etc.).
 - Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
 - Exigir y mantener orden.
 - Precaución en transporte de materiales.
 - Se establecerá un único responsable para las maniobras a realizar, efectuándose un estudio previo y detenido de las mismas así como de los medios necesarios para ellas.
 - El responsable de las maniobras tomará las medidas oportunas para impedir el acceso de personas a la zona afectada por los trabajos.
 - Se comprobará el correcto estado de todos los elementos necesarios para la operación, así como la adecuación de los medios de amarre y sustentación. Se prestará especial atención a la verificación de que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente, así como la verificación de I.T.V. y seguro del vehículo.
 - Siempre que sea factible, se aproximará el medio de transporte a la carga a manipular, utilizándolo con las menores cantidades posibles de pluma y cable desplegados, para evitar movimientos no deseados.
 - Se comprobará que la carga a maniobrar está correctamente estrobada.
 - Se pondrá especial atención a la forma de anclaje y estabilidad del medio de elevación (extensión y asentamiento de gatos hidráulicos).
 - La grúa se manejará preferentemente desde el lado opuesto al posible vuelco

de la misma.

- Se comprobará la reacción de la máquina y el equilibrado de la carga, levantando ligeramente ésta del transporte o del suelo.
- No se realizarán maniobras más allá de los límites marcados en las instrucciones de la máquina.
- La manipulación de las cargas se efectuará sin movimientos bruscos.
- El responsable de las maniobras vigilará constantemente el desplazamiento de la carga y que ésta no quede suspendida mientras la máquina está desatendida.
- Una vez comprobado que la carga está bien asentada, será necesario poner el medio de elevación en punto muerto y efectuar la parada del mismo, antes de llevar a cabo el desenganche de la carga.
- Trabajos en proximidad de instalaciones con tensión:
 - Estos trabajos se realizarán según los criterios establecidos en el Real Decreto 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad, Apartado B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.
 - En el desplazamiento de las plumas, será necesario que en todo momento las distancias sean superiores a 3 m hasta 66 kV. En el caso de que se pueda desplazar la pluma por algún descuido a distancias menores, será necesario el bloqueo de la misma para impedir este desplazamiento no deseado.
 - No obstante, lo anterior, siempre se mantendrán como mínimo las distancias de seguridad y se actuará bajo la supervisión permanente de un responsable, que como mínimo será un trabajador autorizado, que cuidará del mantenimiento de las medidas de seguridad fijadas, delimitación de la zona de trabajo y en su caso, solicitud de pantallas protectoras.
 - Si persistiera el riesgo, se tramitará la petición de Descargo o se efectuará el trabajo con los métodos de Trabajos en Tensión.
 - En condiciones climatológicas adversas (fuertes vientos, etc.) se incrementarán las distancias del apartado anterior, se dirigirán las cargas con medios auxiliares no conductores, se apantallarán las partes activas próximas a los trabajos o se llegará incluso hasta la paralización de los mismos.
 - En todos los trabajos de este tipo, será necesario la colocación de la

correspondiente puesta a tierra del medio de elevación.

- Se delimitará y señalizará la zona de trabajo con respecto a los límites de actuación del brazo de la grúa, tanto horizontal como verticalmente, si ésta no se encontrara dentro de la propia zona de los trabajos.
- Transporte por carretera o vía pública:
 - Se tendrá en cuenta lo establecido en el Reglamento General de Circulación con respecto a aspectos como: Peso de las cargas, dimensiones, señalizaciones, autorizaciones, etc.
 - En los vehículos que transporten conjuntamente personal y carga, éstos deberán ir en habitáculos independientes.
 - Quedan excluidos de estas Normas los transportes especiales y de mercancías peligrosas.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Guantes protección.
 - Cascos de seguridad.
 - Botas de seguridad
 - Chaleco reflectante.

4.3 EXCAVACIÓN

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de excavación en cualquier situación o instalación.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel
 - Caídas de objetos
 - Pisadas sobre objetos.
 - Choques y golpes.
 - Atrapamientos
 - Sobreesfuerzos.
 - Atropellos o golpes con vehículos.

- Contactos eléctricos.
- Ruido.
- Proyecciones.
- Agresiones de animales.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
 - Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado.
 - Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
 - En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
 - Las excavaciones para vaciados y en general todas aquellas cuyos taludes hayan de estar protegidos posteriormente con obras de fábrica, se ejecutarán con una inclinación de talud tal que evite los desprendimientos de tierra en tanto se procede a los rellenos de fábrica correspondientes.
 - Si por cualquier circunstancia fuese necesario o preciso o se estimase conveniente hacer estas excavaciones con un talud más acentuado que el anteriormente citado, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de estos ofrezcan una absoluta seguridad.
 - En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.
 - Cuando se realicen excavaciones a media ladera, se saneará el terreno situado por encima del lugar de la excavación y se colocarán adicionalmente pantallas que impidan que el material procedente de zonas superiores ruede y caiga sobre el área de trabajo.
 - El frente de excavación, realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
 - El frente y paramentos verticales de una excavación debe ser inspeccionado siempre al iniciar o dejar los trabajos por el encargado, que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio o cese de las tareas.

- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud si no reúne las debidas condiciones de estabilidad.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Debe prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- Se prohíbe realizar cualquier trabajo a pie de taludes inestables.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra decida.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación, ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- Si por la profundidad de la excavación pudiese existir cualquier movimiento del terreno que suponga riesgo de desprendimientos, se colocarán redes tensas situadas sobre los taludes y firmemente recibidas, que actuarán como avisadoras al llamar la atención por embolsamientos.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo o entibado.
- Las coronaciones de taludes permanentes a las que deban acceder las personas se protegerán mediante una barandilla de 90 centímetros de altura, y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impida el paso o deslizamiento de los trabajadores, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud.
- Se señalizará mediante una línea en yeso o cal la distancia de seguridad mínima de 2 metros de aproximación al borde de excavación.
- El saneo de tierras mediante palanca se ejecutará sujeto mediante cinturón

de seguridad amarrado a un punto fuerte.

- El acceso o aproximación a distancias inferiores a dos metros del borde de coronación de un talud sin proteger se realizará sujeto por un cinturón de seguridad.
- Por la noche las excavaciones se balizarán con cinta reflectante y señales indicativas de riesgos de caídas, siempre de acuerdo con la correspondiente Normativa vigente.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan su paso.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches y compactando el terreno.
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales.
- Se construirán dos accesos a la excavación separados entre sí, uno para la circulación de personas y otro para la circulación de la maquinaria y camiones.

Al iniciar cualquier tipo de excavación, el personal responsable del mismo deberá disponer de los permisos, licencias y autorizaciones de Organismos oficiales y privados, así como de la documentación (planos, escritos, etc.) de las instalaciones que se encuentren en la zona de trabajo, previamente gestionados por la compañía distribuidora.

La coordinación y registro de estas actividades cumplirá lo establecido en la "Contratación de obras y servicios: Condiciones de Prevención de Riesgos Laborales para la contratación por la compañía distribuidora.

- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Vallas de cierre de 2m de altura.
 - Vallas tipo ayuntamiento.
 - Material delimitación, cinta de balizamiento, etc.
- Protecciones individuales a utilizar:

- Botas de seguridad
- Casco de seguridad
- Botas de agua de seguridad con puntera reforzada de acero.
- Guantes de trabajo.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los umbrales permitidos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.

4.4 IZADO, DESPLAZAMIENTO Y COLOCACIÓN DE CARGAS

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las labores de mover y colocar las cargas durante el desarrollo de la obra, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Caída de objetos.
 - Cortes.
 - Atrapamientos.
 - Choques y golpes.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Contactos eléctricos.
 - Tráfico.
 - Agresiones de animales.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Para evitar los riesgos de vuelco y atoramiento de los camiones de suministro

de las máquinas, está previsto la compactación de una zona específica para este menester. El Encargado comprobará la ejecución del área de recepción y descarga; dará las órdenes oportunas para que se realice su mantenimiento y comprobará que se efectúa.

- Antes de iniciar las maniobras se instalarán calzos inmovilizadores en las ruedas y los gatos estabilizadores.
- El personal permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas. Si no fuera posible este extremo se situará en lugares visibles al abrigo de su propio vehículo y se interrumpirá el tráfico con ayuda de señalistas.
- Se vigilarán las operaciones de carga y descarga, forma de embragar y estado de los cables.
- Cuando la carga no tenga rigidez, se emplearán balancines o similar con varios puntos de enganche.
- No se permanecerá debajo de las cargas en suspensión.
- Se vigilará el estado de los cables, eslingas, balancines, ganchos y estribos, antes de cada operación.
- El izado de cargas alargadas se hará suspendiendo la misma en dos puntos separados, para que permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. El ángulo superior formado por los dos extremos del aparejo a la altura de la argolla y cuelgue será igual o inferior a 90°.
- Si la colocación se realiza a través de carreteras o caminos, se cortará el tráfico mientras dure la operación, y nadie pasará por debajo de ellas.
- Deberán acentuarse las precauciones si existiera viento con cierta intensidad, llegándose a parar los trabajos en caso necesario.
- Se comprobará el estado de las zonas próximas a la del movimiento de la grúa, manteniendo la precaución necesaria en caso de golpeo accidental de la pluma, por si pudiera producirse derrumbe.
- En el caso de elementos próximos en tensión, se deberá aislar la zona de trabajo convenientemente.
- Todo el personal que intervenga en las operaciones de izado estará instruido precisamente acerca de su cometido y forma de realizar los trabajos.
- Se acotarán y señalizarán las zonas de influencia de las grúas y el radio de acción de las cargas.
- Todo el material quedará bien acopiado, en buen estado de orden, quedando

las cargas bien asentadas y sujetas.

- El acopio de material quedará señalizado/protegido en todo su perímetro.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Cinta de balizamiento.
 - Señalización de carreteras (según el caso).
 - Vallas tipo ayuntamiento.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Guantes impermeables (mantenimiento).
 - Calzado de seguridad.
 - Ropa de trabajo.

4.5 CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a la apertura de zanja y la canalización de una línea subterránea de MT/B.T., tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Choques y golpes.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Explosiones.
 - Proyecciones
 - Contactos eléctricos.
 - Cortes
 - Sobrecarga física.

- Atrapamiento.
- Atropello.
- Agresiones de animales.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Conocimiento de las instalaciones mediante planos.
 - Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.
 - Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:
 - Manuales (picos, palas, etc.).
 - Mecánicas (perforador neumático).
 - Motorizadas (vehículos).
 - Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,3 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.
 - Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m. con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44 según UNE 20.324.
 - En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m. el paso de peatones y 2 m. el de vehículos.
 - Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del corte y no menos de 4 m. cuando se adopte una señalización de reducción de velocidad.
 - El acopio de materiales y las tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30 m. se dispondrán a distancia no menor de 2 m. del borde del corte y alejados de sótano. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán, así como las paredes de las excavaciones correspondientes.
 - En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya trabajadores trabajando en su interior, se mantendrá una de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en

caso de producirse alguna emergencia.

- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la mismo vertical ni sin casco de seguridad.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre trabajadores en función de las herramientas que emplean.
- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo tensando los cordales cuando se hayan aflojado; asimismo se comprobarán que están expeditos los cauces de aguas superficiales.
- Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los cordales cargas, como conducciones, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- Las zanjas de más de 1,30 m. de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen 1 m. sobre el nivel superior del corte. Disponiendo una escalera por cada 30 m. de zanjas abiertas o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstrucción y correctamente arriostrada transversalmente.
- Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de los pozos de profundidad mayor de 1,30 m. con un tablero resistente, red o elemento equivalente.
- Si se tiene que atravesar la calzada, si es por tramos, la zona debe tener señales de tráfico indicando la situación de obras, reducción de velocidad y el estrechamiento, deberá haber dos controladores del paso de vehículos bien diferenciados y con las paletas señalizadoras, y hasta la reposición del pavimento se colocarán chapones con arena alrededor para disminuir el ruido.
- En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior del corte.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al trabajador, de una provisión de palancas, cuñas, barras,

puntales, tabloneros, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los trabajadores que puedan accidentarse.

- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades.
- En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.
- Se utilizará chaleco reflectante en aquellos trabajos en que exista riesgo de atropellos.
- Las indicadas en el punto 1.7.3 Manipulación de cargas.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales, etc.).
 - Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Botas de seguridad.
 - Casco de seguridad
 - Guante de seguridad
 - Gafas contra impactos.
 - Protectores auditivos.
 - Chaleco reflectante.

4.6 TENDIDO DE CONDUCTORES EN CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al tendido de conductores en canalización subterránea, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel
 - Pisadas sobre objetos.

- Choques y golpes.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbe.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamientos
- Medidas preventivas a adoptar:
 - No se podrá efectuar un tendido de conductor si no se dispone de unos medios de comunicación adecuados a lo largo de toda la serie.
 - Se colocará una malla de unión entre el cable piloto y el conductor.
 - Asegurarse que las bobinas rueden con suavidad, sin golpes, vueltas cruzadas o montadas, etc.
 - Los operarios de marcaje y vigilancia de las bobinas se colocarán siempre por detrás de éstas, para evitar posibles accidentes en caso de vuelco de los caballetes.
 - El acopio de bobinas se realizará mediante calzos o tumbándolas completamente para evitar su desplazamiento involuntario.
 - Los operarios se mantendrán alejados del brazo de la grúa, durante las labores de acopio de las bobinas, y fuera de las calas durante las labores de tendido, para evitar atrapamientos con los conductores.
 - El tendido podrá ser mecánico o manual. El tendido mecánico se realizará mediante tracción del cable piloto efectuada por un cabrestante equipado con interruptor de parada automática ante una elevación imprevista de la tracción, nunca con un vehículo en movimiento.
 - La vigilancia permanente de este tendido se realizará con la interconexión radiofónica entre maquinistas y vigilantes.
 - Se vigilará el anclaje de la máquina de tiro, que será como mínimo a dos puntos de anclaje independientes entre sí. Se usarán cables de acero con gasas y se harán las uniones utilizando grillete.
 - La máquina de tiro y los caballetes alza bobinas se colocarán siempre manteniendo la horizontalidad, bajando siempre las patas estabilizadoras.
 - Se controlará la tracción y velocidad, manteniéndolos lo más uniforme posible.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Cinta de balizamiento.

- Señalización de carreteras (según el caso).
- Vallas tipo ayuntamiento.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad
 - Guantes de protección.
 - Calzado de seguridad antideslizante.
 - Ropa de trabajo

4.7 RELLENO Y COMPACTACIÓN

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a la formación de las distintas capas que componen el firme, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel
 - Pisadas sobre objetos.
 - Choques y golpes.
 - Atrapamientos
 - Sobreesfuerzos.
 - Atropellos.
 - Proyecciones.
 - Exposición a ambientes pulvígenos.
 - Vibraciones.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - El relleno se realizará a ser posible con las propias tierras extraídas de la excavación. Se efectuará mediante tongadas de aproximadamente 60 centímetros. El aporte de tierras, si se realiza, será mediante medios mecánicos y deberá ser distribuido e igualado (previamente a la compactación) mediante medios manuales, en caso de ser necesario.

- En ningún caso se utilizarán para rellenos tierras excesivamente húmedas ni las que presenten escombros, ni tampoco aquellas que estén compuestas mayoritariamente por capas vegetales.
- Para la compactación, una vez igualada y extendida la tongada, se utilizarán medios mecánicos.
- En ningún caso se rellenarán zanjas con agua en su interior ni excesivamente húmedas, en tal caso se extraerán las aguas mediante bombas y se esperará a que seque. De alargarse excesivamente el proceso de secado se utilizarán gravas o morros limpios.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos empleados en estas operaciones serán dotados de bocina automática de marcha atrás.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar polvaredas. (Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles o carreteras).
- Se evitará la acumulación de materiales u otros objetos pesados junto al borde las zanjas, y en caso inevitable, se tomarán las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes.
- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el encargado.
- En las labores en las que el maquinista necesite ayuda, ésta será prestada por otro operario. Este último irá protegido contra los ambientes pulvígenos por medio de una mascarilla para la protección de las vías respiratorias, con posibilidad de disponer inmediatamente de más en caso de que se le ensucie, y con gafas contra partículas en suspensión, que además sirvan contra impactos.
- Al rellenar manualmente, los operarios, además contarán con cinturones de banda ancha de cuero que les protejan las vértebras dorsolumbares de los movimientos repetitivos o excesivamente pesados.

- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Cinta de balizamiento.
 - Señalización de carreteras (según el caso).
 - Vallas tipo ayuntamiento.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad
 - Botas de seguridad
 - Botas de agua de seguridad con puntera reforzada de acero.
 - Guantes de protección.
 - Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
 - Ropa de protección para el mal tiempo.
 - Gafas de protección contra proyección de partículas.
 - Faja dorsolumbar.
 - Cinturón antivibratorio.

4.8 HORMIGONADO Y REPOSICIÓN DEL PAVIMENTO

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las labores de hormigonar y reponer el pavimento tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel
 - Caídas de objetos.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Choques y golpes.
 - Proyecciones

- Atrapamientos
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento).
- Tráfico.
- Agresiones de animales.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.
 - Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
 - Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.
 - Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
 - Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.
 - Los vehículos utilizados serán revisados antes del comienzo de la obra y durante el desarrollo de ésta se llevarán a cabo revisiones periódicas a fin de garantizar su buen estado de funcionamiento y seguridad.
 - No sobrepasará la carga especificada para cada vehículo.
 - Se regarán los tajos convencionalmente y con la frecuencia necesaria para evitar la formación de ambiente pulvígeno.
 - Se mantendrá en todo momento la señalización viaria establecida para el diseño de caminos y carreteras.
 - No se permitirá la presencia sobre la extendedora de asfalto de otra persona que no sea el conductor.
 - Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos estarán

dirigidas por un especialista.

- El hormigonado se hace por vertido directo y continuo.
- Los palets de baldosa se apilarán en los sitios previstos de forma que supongan el menor obstáculo para los distintos trabajos en las proximidades y para la circulación de personas y vehículos.
- Se dispondrán pasarelas de madera para las zonas y accesos a fincas que no puedan ser cortadas.
- La descarga de los palets de baldosa la ejecutará una persona entrenada por el encargado del tajo.
- Los flejes de los palets de baldosa no se cortarán tirando, con la mano, debiendo disponer de la herramienta adecuada para evitar accidentes y cortes.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Cinta de balizamiento.
 - Señalización de carreteras (según el caso).
 - Vallas tipo ayuntamiento.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Botas de seguridad.
 - Casco de seguridad
 - Botas de agua de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.
 - Guantes de protección.
 - Guantes de goma para el trabajo con el hormigón.
 - Ropa de protección para el mal tiempo.
 - Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
 - Gafas de protección contra la proyección de partículas.

4.9 TRABAJOS EN FRÍO

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las operaciones llevadas a cabo en instalaciones de MT /BT con ausencia de tensión.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Choques y golpes.
 - Proyecciones.
 - Contactos eléctricos.
 - Arco eléctrico.
 - Explosiones.
 - Agresión de animales.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Se deberá tener en cuenta todo lo establecido en el Procedimiento de descargo en instalaciones de tensión $1\text{kV} \leq V < 33\text{ kV}$.
 - En el lugar de corte:
 - Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendido el neutro, y en los conductores de alumbrado público si los hubiere, mediante elementos de corte omnipolar o, en su defecto abriendo primero las fases y en último lugar el neutro.
 - En caso de que la instalación funcionalmente no permita separar o seccionar el neutro, o éste sea en bucle, se adoptará una de las siguientes medidas:
 - Realizar el trabajo como un trabajo en tensión.
 - Realizarlo de acuerdo con normas particulares de la Empresa.
 - Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte. En

cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.

- Verificación de la ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores, incluido el neutro y los de alumbrado público si los hubiere, en una zona lo más próxima posible al punto de corte, así como en las masas metálicas próximas (palomillas, vientos, cajas, etc.).
 - En el propio lugar de trabajo:
- Verificación de la ausencia de tensión.
- Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito. Dicha operación, debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público si existieran.
- En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito no puede efectuarse, debe procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando hay posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Reposición de la tensión después del trabajo.

Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

- En el lugar de trabajo:
 - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
 - Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
- En el lugar del corte:
 - Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
 - Cerrar circuitos.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto).
 - Protección contra sobre intensidades (fusibles e interruptores automáticos).

- Protección contra sobre tensiones (descargadores a tierra).
- Señalización y delimitación.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.
 - Calzado de seguridad antideslizante.
 - Chaleco reflectante.
 - Guantes de protección.
 - Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

4.10 TRABAJOS EN TENSIÓN

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las operaciones llevadas a cabo instalaciones de M.T./B.T. sin ausencia de tensión.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel
 - Caída de objetos.
 - Cortes.
 - Contactos eléctricos.
 - Electrocutión.
 - Arco eléctrico
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Se deberá tener en cuenta todo lo establecido en el Procedimiento de régimen especial de explotación para instalaciones de tensión > 1 kV.
 - En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:
 - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
 - Estimación de distancias por exceso.
 - Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
 - Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias,

cruzamientos, paralelismos, etc.).

- Protección frente a sobre intensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobre tensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- En la fecha de inicio de los trabajos:
- Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
- Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.
- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
- El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.
- Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
- El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
- El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.
- Protecciones colectivas a utilizar:
 - Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales, etc.).
 - Las propias de los trabajos a realizar.

- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
 - Guantes de protección.
 - Botas de seguridad
 - Casco de barbuquejo.
 - Banqueta o alfombra aislante, pértiga y guantes aislantes.

5 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA DE OBRA

Para la ejecución de las obras, se prevé que se utilicen los siguientes equipos técnicos y maquinaria:

- Barquillas (cestas) y plataformas.
- Camión grúa.
- Camión hormigonera.
- Camión.
- Compresor.
- Extendedora asfáltica.
- Herramientas manuales.
- Maquinas herramientas.
- Martillo neumático.
- Mini compactador.
- Mini dúmper (motovolquete).
- Retroexcavadora.
- Máquina hince ("topo").
- Transpaleta.

5.1 BARQUILLA (CESTAS) Y PLATAFORMAS

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes empleo de la barquilla aislante durante la realización de trabajos en altura con presencia o ausencia de tensión.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Choques y golpes.
 - Atropellos.
 - Vuelco de la máquina.
 - Contacto eléctrico.
 - Tráfico.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Al entrar a la obra, solicitar la hoja de Control de la Revisión Técnica de la máquina.
 - Antes de su primera utilización, el responsable a pie de obra efectuará un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que la componen.
 - Todo el personal usuario será conocedor de las normas e instrucciones dadas por el fabricante.
 - Diariamente, comprobar los indicadores de nivel, las luces y los avisadores acústicos de bajada y desplazamiento. Muy importante es comprobar que no existen fugas de aceite bajo la máquina, estado de las ruedas y estado general de la máquina.
 - No se permite el uso de la plataforma con falta de barandillas o con la cadena del acceso sin poner, con los dispositivos de seguridad anulados y/o sin utilizar los estabilizadores en zonas o suelos inclinados.
 - Los movimientos deben ser precisos y lentos. No atar la máquina en los movimientos a la estructura.
 - Mantener la tapa del cuadro de mandos cerrada y no manipular en su interior, sólo manipular los cuadros.
 - Asegurarse de que está en buen estado y que tiene gasoil suficiente y

controles conformes.

- Asegurarse de que dispone de espacio suficiente para trabajar.
- Asegurarse de que el conductor maquinista conoce perfectamente el uso de la máquina.
- Si no sabe, pregunte, la complejidad de la máquina lo aconseja. Avisar inmediatamente si hay cualquier anomalía.
- Las plataformas móviles y las barquillas y sus brazos de actuación estarán debidamente autorizadas cumpliendo la normativa vigente.
- La barquilla será de dimensiones adecuadas para el trabajo cómodo de 2 personas, que será el número máximo de ocupantes.
- Las plataformas móviles y barquillas cumplirán los principios generales que les afecten de los apartados sobre TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES.
- Las barquillas tendrán que ser bloqueadas en la posición de trabajo, así como la grúa o plataforma que la sustenta.
- Las operaciones de la grúa soporte serán exclusivamente dirigidas por el ocupante de la barquilla y el Jefe de los trabajos, siendo preferente el uso de barquillas autocontroladas; en sus desplazamientos se tendrá en todo momento en cuenta el no sobrepasar las distancias mínimas de seguridad a los elementos próximos en tensión, recogidas en el apartado sobre TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES, en su punto Trabajos en proximidad de instalaciones con tensión.
- Las operaciones de entrada y salida en la plataforma o barquilla serán efectuadas a nivel del suelo, y nunca a otro distinto.
- Será necesario prever los medios necesarios para una evacuación de los ocupantes de las plataformas o barquillas en caso de emergencia.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de polietileno.
 - Guantes de protección.
 - Calzado de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Chaleco reflectante.

5.2 CAMIÓN GRÚA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo del camión grúa en la carga/descarga de materiales en la ejecución de trabajos.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel
 - Caída de objetos.
 - Atrapamientos.
 - Atropello.
 - Choques y golpes.
 - Desplome de la carga.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Contacto eléctrico.
 - Vuelco del camión
 - Tráfico.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Antes de iniciar las maniobras de carga, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores.
 - Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por especialistas, en prevención de riesgos por maniobras incorrectas.
 - Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
 - Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
 - No se sobrepasará la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión.
 - El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán dirigidas por un señalista.
 - Se prohíbe estacionar o circular con el camión a distancias inferiores a 2 metros de corte de terreno.
 - No realizar nunca arrastres de carga o tirones sesgados.

- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión, a distancias inferiores a 5 metros.
- No permanecerá nadie bajo las cargas en suspensión.
- No dar marcha atrás sin la ayuda del señalista.
- No se abandonará nunca el camión con una carga suspendida.
- Ninguna persona ajena al operador accederá a la cabina o manejará los mandos.
- Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos poseerán pestillo de seguridad.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad (siempre que abandone la cabina).
 - Guantes de cuero.
 - Calzado de seguridad antideslizante.
 - Ropa de trabajo.
 - Chaleco reflectante.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes empleo de la barquilla aislante durante la realización de trabajos en altura con presencia o ausencia de tensión.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Choques y golpes.
 - Atropellos.
 - Vuelco de la máquina.
 - Contacto eléctrico.
 - Tráfico.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Antes de su primera utilización, el responsable a pie de obra efectuará un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que la componen.
 - Al entrar a la obra, solicitar la hoja de Control de la Revisión Técnica de la

máquina

- Todo el personal usuario será conocedor de las normas e instrucciones dadas por el fabricante.
- Diariamente, comprobar los indicadores de nivel, las luces y los avisadores acústicos de bajada y desplazamiento. Muy importante es comprobar que no existen fugas de aceite bajo la máquina, estado de las ruedas y estado general de la máquina.
- No se permite el uso de la plataforma con falta de barandillas o con la cadena del acceso sin poner, con los dispositivos de seguridad anulados y/o sin utilizar los estabilizadores en zonas o suelos inclinados.
- Los movimientos deben ser precisos y lentos. No atar la máquina en los movimientos a la estructura.
- Mantener la tapa del cuadro de mandos cerrada y no manipular en su interior, sólo manipular los cuadros.
- Asegurarse de que está en buen estado y que tiene gasoil suficiente y controles conformes.
- Asegurarse de que dispone de espacio suficiente para trabajar.
- Asegurarse de que el conductor maquinista conoce perfectamente el uso de la máquina.
- Si no sabe, pregunte, la complejidad de la máquina lo aconseja. Avisar inmediatamente si hay cualquier anomalía.
- Las plataformas móviles y las barquillas y sus brazos de actuación estarán debidamente autorizadas cumpliendo la normativa vigente.
- La barquilla será de dimensiones adecuadas para el trabajo cómodo de 2 personas, que será el número máximo de ocupantes.
- Las plataformas móviles y barquillas cumplirán los principios generales que les afecten de los apartados sobre TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES.
- Las barquillas tendrán que ser bloqueadas en la posición de trabajo, así como la grúa o plataforma que la sustenta.
- Las operaciones de la grúa soporte serán exclusivamente dirigidas por el ocupante de la barquilla y el Jefe de los trabajos, siendo preferente el uso de barquillas autocontroladas; en sus desplazamientos se tendrá en todo momento en cuenta el no sobrepasar las distancias mínimas de seguridad a

los elementos próximos en tensión, recogidas en el apartado sobre TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES, en su punto Trabajos en proximidad de instalaciones con tensión.

- Las operaciones de entrada y salida en la plataforma o barquilla serán efectuadas a nivel del suelo, y nunca a otro distinto.
- Será necesario prever los medios necesarios para una evacuación de los ocupantes de las plataformas o barquillas en caso de emergencia.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de polietileno.
 - Guantes de protección.
 - Calzado de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Chaleco reflectante.

Referentes al empleo del camión hormigonera en los trabajos de vertido y bombeo de zanjas, soleras y cimentaciones.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Atrapamientos.
 - Atropello.
 - Choques y golpes.
 - Desplome de la carga.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Contacto eléctrico.
 - Vuelco del camión
 - Tráfico.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - El recorrido de los camiones-hormigonera en el interior de la obra se efectuará según se indique.
 - Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% (como

norma general), en prevención de atoramientos o vuelcos de los camiones-hormigonera.

- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones-hormigonera sobrepasen 2 metros (como norma general) del borde.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Guantes de P.V.C. o goma.
 - Guantes de protección.
 - Botas de seguridad.
 - Impermeables para tiempo lluvioso.
 - Chaleco reflectante.

5.3 CAMIÓN

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de camiones en la ejecución de trabajos.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Atrapamientos.
 - Atropello.
 - Choques y golpes.
 - Desplome de la carga.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Contacto eléctrico.
 - Vuelco del camión
 - Tráfico.

- Sobreesfuerzos.
- Proyección de objetos.
- Vibraciones.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carné de conducir.
 - La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga, y antes de emprender la marcha.
 - Respetará las normas del código de circulación.
 - Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
 - Respetará en todo momento la señalización de la obra.
 - La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
 - Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la cargadora.
 - En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que de que dispone de un tope limitador sobre el suelo, siempre que fuera preciso.
 - Cualquier operación de revisión, con el basculante levantado, se hará impidiendo su descenso, mediante enclavamiento.
 - No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste las maniobras.
 - Si descarga material en las proximidades de la zanja, se aproximará a una distancia máxima de 1 m., garantizando ésta mediante topes.
 - Se realizarán las revisiones y mantenimiento indicadas por el fabricante, dejando constancia en el "libro de revisiones".
 - Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión (si el camión carece de visera de protección).
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad (siempre que baje del camión).
 - Ropa de trabajo.

- Guantes de protección.
- Calzado antideslizante
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo.
- Chaleco reflectante.

5.4 COMPRESOR

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo del compresor como maquinaria auxiliar al martillo neumático.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Atrapamientos.
 - Choques y golpes.
 - Ruido.
 - Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor.
 - Vuelco.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - El arrastre directo para ubicación del compresor por los trabajadores se realizará a una distancia nunca inferior a los 2 m. (como norma general) del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
 - El compresor a utilizar quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
 - Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
 - Las carcasas protectoras estarán siempre instaladas en posición de cerradas.
 - Siempre que sea posible, se utilizarán compresores silenciosos. Cuando no sea así, se advertirá el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
 - Las mangueras estarán siempre en perfectas condiciones de uso, en evitación de reventones.
- Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad con protectores auditivos incorporados (en especial para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Taponcillos auditivos (ídem anterior).
- Protectores auditivos (ídem anterior)
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Chaleco reflectante.

5.5 EXTENDEDORA ASFÁLTICA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de la extendedora asfáltica en la reposición del pavimento.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel
 - Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico (nieblas de humos asfálticos).
 - Quemaduras.
 - Sobreesfuerzos.
 - Atropello.
- Los derivados de los trabajos realizados bajo altas temperaturas (suelo caliente + radiación solar + vapor).
- Medidas preventivas a adoptar:
 - No se permite la permanencia sobre la extendedora en marcha a otra persona que no sea el conductor, para evitar accidentes por caída.
 - Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos en la tolva estarán dirigidas por un especialista, en previsión de los riesgos por impericia.
 - Todos los trabajadores de auxilio quedarán en posición en la cuneta por delante de la máquina durante las operaciones de llenado de la tolva, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante las maniobras.
 - Los bordes laterales de la extendedora, en prevención de atrapamientos,

estarán señalizados a bandas amarillas y negras alternativas.

- Todas las plataformas de estancia o para seguimiento y ayuda al extendido asfáltico, estarán bordeadas de barandillas tubulares en prevención de las posibles caídas, formadas por pasamanos de 90 cm. de altura, barra intermedia y rodapié de 15 cm. desmontable para permitir una mejor limpieza.
- Se prohíbe expresamente el acceso de trabajadores a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Botas de mediacaña, impermeables.
 - Ropa de trabajo.
 - Guantes impermeables.
 - Mandil impermeable.
 - Polainas impermeables.
 - Chaleco reflectante.

5.6 HERRAMIENTAS MANUALES

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de manera general de herramientas manuales para la ejecución de diferentes trabajos en la obra.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Cortes.
 - Proyección de partículas.
 - Choques y golpes.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
 - Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en

buen estado de conservación.

- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Cascos de seguridad.
 - Botas de seguridad.
 - Guantes de cuero o P.V.C.
 - Ropa de trabajo.
 - Gafas contra proyección de partículas.
 - Chaleco reflectante.

5.7 MÁQUINAS HERRAMIENTAS

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de manera global en los riesgos y prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., en la ejecución de diferentes trabajos en la obra.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Pisadas sobre objetos.
 - Cortes.
 - Quemaduras.
 - Proyección de fragmentos.
 - Contacto con la energía eléctrica.
 - Ruido.
 - Choques y golpes.

- Caída de objetos.
- Vibraciones.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
 - Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
 - Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los trabajadores o de los objetos.
 - Las máquinas en situación de avería o de semi-avería se entregarán al Encargado o Vigilante de Seguridad para su reparación.
 - Las máquinas-herramientas con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
 - Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
 - Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado, para evitar accidentes por impericia.
 - Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual, en evitación de accidentes.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Guantes de seguridad.
 - Guantes de goma o P.V.C.
 - Botas de goma o P.V.C.
 - Botas de seguridad.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable.
- Chaleco reflectante.

5.8 MARTILLO NEUMÁTICO

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo del martillo neumático en las labores de taladro en la obra a ejecutar.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Ruido.
 - Polvo ambiental.
 - Sobreesfuerzo.
 - Contactos con la energía eléctrica (líneas enterradas).
 - Proyecciones.
 - Choques y golpes.
 - Caídas de objetos
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Vibraciones.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Antes de desarmar un martillo se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera.
 - El personal que deba utilizar martillos será especialista en el uso de esta máquina
 - Mantener los martillos cuidados y engrasados. Asimismo, se verificará el estado de las mangueras, comprobando las fugas de aire que puedan producirse.
 - No apoyar todo el peso del cuerpo sobre el martillo, puede deslizarse y caer.
 - Hay que asegurarse del buen acoplamiento de la herramienta de ataque en

el martillo.

- No hacer esfuerzos de palanca con el martillo en marcha.
- Se prohíbe dejar los martillos neumáticos abandonados, hincados en los materiales a romper.
- Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el terreno (o elementos estructurales) para detectar la posibilidad de desprendimiento por la vibración transmitida.
- La circulación de viandantes en las proximidades del tajo de los martillos se encauzará por el lugar más alejado posible.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de protección.
 - Calzado de seguridad.
 - Guantes de cuero.
 - Gafas de protección contra impactos.
 - Ropa de trabajo.
 - Protectores auditivos.
 - Cinturón antivibratorio.
 - Mascarillas antipolvo.
 - Chaleco reflectante.

5.9 MINI COMPACTADORA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo del mini compactador en las labores de asentamiento del terreno al rellenar las zanjas.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Vibraciones.
 - Ruido.
 - Polvo ambiental.
 - Sobreesfuerzo.

- Proyecciones.
- Choques y golpes.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Antes de poner en funcionamiento el pisón asegurarse de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras.
 - El personal que deba manejar los pisones mecánicos conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de esta máquina.
 - Evitar los desplazamientos laterales. La máquina puede descontrolarse y producir lesiones.
 - El conductor debe utilizar siempre cascos o taponcillos antirruído. Evitará perder agudeza de oído o quedar sordo.
 - Utilizar faja elástica, debido a la posición de la guía puede hacer inclinar un tanto la espalda y así se evitará el dolor de riñones y lumbalgia.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Cascos de seguridad.
 - Calzado de seguridad.
 - Mono de trabajo.
 - Chaleco reflectante.
 - Mascarilla protectora.
 - Protectores auditivos.

5.10 MINI DUMPER (MINI VOLQUETE)

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo del motovolquete para el transporte de materiales y acopio de tierras y escombros en la obra.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Choques y golpes.
 - Atropellos.
 - Polvo ambiental.
 - Ruido.

- Los derivados de respirar monóxido de carbono (trabajos en locales cerrados o mal ventilados).
- Vuelco de la máquina.
- Los derivados de respirar monóxido de carbono (trabajos en locales cerrados o mal ventilados)
- Vibraciones.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - El personal encargado de la conducción del dúmper será especialista en el manejo de este vehículo. Preferiblemente, estará en posesión del carné de conducir (Clase B).
 - Los caminos de circulación interna serán los utilizados para el desplazamiento de los dúmperes, en prevención de riesgos por circulación por lugares inseguros.
 - Se instalarán topes finales de recorrido de los dúmperes ante los taludes de vertido.
 - Se prohíben expresamente los «colmos» del cubilote de los dúmperes que impidan la visibilidad frontal.
 - En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tabloneros y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper de forma desordenada y sin atar.
 - Se prohíbe expresamente conducir los dúmperes a velocidades superiores a 20 Km./h.
 - Los dúmperes a utilizar llevarán en el cubilote un letrero en el que se diga cuál es la carga máxima admisible.
 - Los dúmperes que se dediquen para el transporte de masas poseerán en el interior del cubilote una señal que indique el llenado máximo admisible, para evitar los accidentes por sobrecarga de la máquina.
 - Se prohíbe expresamente el transporte de personas sobre los dúmperes.
 - Los dúmperes estarán dotados de faros de marcha adelante y de retroceso.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.

- Ropa de trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables (zonas embarradas).
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Chaleco reflectante.

5.11 RETROEXCAVADORA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de la retroexcavadora en la ejecución de apertura y cierre de zanjas, huecos, etc. en el desarrollo de la obra.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel
 - Atropello.
 - Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
 - Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
 - Atrapamientos.
 - Proyecciones.
 - Ruido.
 - Vibraciones.
 - Los derivados de trabajos realizados en ambientes pulverulentos.
 - Tráfico.
 - Vuelco.
 - Incendio.
 - Choques y golpes.
 - Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas extremas.
- Medidas preventivas a adoptar:

- En trabajos en tensión, el equipo elevador estará formado por un brazo aislante para posicionar al operario y al material necesario para trabajar. El equipo estará montado de forma fija sobre el camión o remolque.
- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina en funcionamiento.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y sin poner la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- Todo el personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de esta o por algún giro imprevisto.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina, y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno, la máquina estará calzada mediante sus zapatas hidráulicas.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.
- Se limpiará el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad (al abandonar la máquina).
 - Ropa de trabajo adecuada.
 - Botas antideslizantes.
 - Cinturón antivibratorio.
 - Guantes de cuero.
 - Chaleco reflectante.
 - Mascarilla antipolvo

5.12 MÁQUINA HINCA ("TOPO")

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al montaje y empleo de la hinca.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Atrapamientos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbe.
 - Sobreesfuerzos.
 - Ruido.
 - Polvo.
 - Vuelco
 - Choques y golpes.
 - Vibraciones.
 - Contacto energía eléctrica.
 - Arco eléctrico.
 - Quemaduras
 - Inhalación de vapores metálicos.
 - Proyección de partículas.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Los perforadores y ayudantes usarán ropa y accesorios poco holgados para impedir su enganche con las partes móviles de la maquinaria.
 - Los operarios se mantendrán en todo momento alejados de los componentes en movimiento de la perforadora, efectuándose el accionamiento de los mandos desde las posiciones dispuestas para ello.
 - Ningún trabajador accederá al interior del bastidor fuera de las zonas indicadas para el accionamiento de los mandos, tanto durante los trabajos de instalación como de perforación y soldadura.
 - Se deberá abandonar el radio de acción de la grúa, durante las maniobras de instalación de bastidor, tubos o desplazamiento de material en la obra.

- Cuando la profundidad de la excavación sea igual o superior a 1,5 m., se entibará. Se puede disminuir la entibación desmochando en bisel a 45°, los bordes superiores.
- Se protegerán los bordes de coronación, a una distancia no menor de 2 m. del borde del corte.
- El acopio de materiales y las tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30 m. se dispondrán a distancia no menor de 2 m. del borde del corte.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará en un metro el borde de la zanja.
- En excavaciones de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya trabajadores trabajando en su interior, se mantendrá una de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical ni sin casco de seguridad.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los codales cargas, como conducciones, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por parte inferior del corte.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al trabajador, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablonés, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los trabajadores que puedan accidentarse.
- El arrastre directo para ubicación del compresor por los trabajadores se realizará a una distancia nunca inferior a los 2 m. (como norma general) del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.

- El compresor a utilizar quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las carcasas protectoras estarán siempre instaladas en posición de cerradas.
- Siempre que sea posible, se utilizarán compresores silenciosos. Cuando no sea así, se advertirá el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Las mangueras estarán siempre en perfectas condiciones de uso, en evitación de reventones.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias y vientos fuertes.
- Los portaelectrodos a utilizar tendrán el soporte de manutención en material aislante a la electricidad.
- Se prohíbe expresamente la utilización de portaelectrodos deteriorados, en prevención de riesgo eléctrico.
- El personal encargado de soldar será especialista en estas tareas.
- Equipos de Protección Individual:
 - Casco de seguridad.
 - Mascarilla.
 - Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
 - Pantalla de soldadura de sustentación manual.
 - Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico.
 - Guantes de cuero.
 - Botas de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Manguitos de cuero.
 - Polainas de cuero.

- Chaleco reflectante.

5.13 TRANSPALETA

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de la transpaleta para el desplazamiento de material.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personal al mismo nivel
 - Atropello.
 - Choques y golpes.
 - Sobreesfuerzos.
 - Atrapamientos
- Medidas preventivas a adoptar:
 - La transpaleta no debe usarse en centros de trabajo donde haya rampas en ciertas condiciones desfavorables como la superficie en mal estado, irregular o deslizante.
 - La capacidad máxima de las transpaletas manuales indicada por el fabricante debe ser respetada, pero hay que tener en cuenta que a partir de una cierta carga los esfuerzos requeridos para arrastrar la carga son netamente superiores a las posibilidades humanas.
 - Además hay que tener en cuenta que el esfuerzo a realizar sobre el timón para la elevación de la carga está en función de:
 - Peso de la carga a transportar.
 - Concepción del grupo hidráulico y de la barra de tracción.
 - Cinemática del dispositivo de elevación.
 - Las superficies de los locales de trabajo deberán ser de resistencia suficiente, llanas y libres de irregularidades.
 - Los pasillos de circulación deberán estar delimitados y libres de objetos y diseñados de forma racional y de una anchura suficiente (entre las hileras de paletas debe caber la transpaleta y el operario que la manipula).
 - Entre las paletas almacenadas se debe dejar un espacio de 20cm. como mínimo.

- Los lugares donde puedan existir entrecruzamientos deberán estar señalizados adecuadamente y, a ser posible, instalar espejos que faciliten la visión.
- Mantener en buen estado de limpieza las zonas y lugares de paso de las transpaletas para evitar el deslizamiento de las mismas o del propio operario que las maneja.
- Antes de efectuar la maniobra de bajada de la carga hay que fijarse alrededor para comprobar que no haya nada que pueda dañare o desestabilizar la carga al ser depositada en el suelo. También debe comprobarse que no haya nadie en las proximidades que pudiera resultar atrapado por la paleta en la operación de descenso de la misma.
- Se deberán seguir siempre las normas de mantenimiento indicadas por los fabricantes, en especial lo concerniente al funcionamiento del sistema hidráulico, barra de tracción y ruedas.
- El operario deberá ante cualquier fallo que se le presente dejar fuera de uso la transpaleta mediante un cartel avisador y comunicarlo al servicio de mantenimiento para que proceda a su reparación.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.
 - Ropa de trabajo adecuada.
 - Botas de seguridad.
 - Guantes de protección.

6 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES

Para ejecución de las obras, se prevé que se utilicen los siguientes medios auxiliares:

- Elementos de izado.

6.1 ELEMENTOS DE IZADO

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de elementos de izado empleado en la descarga, carga y desplazamiento de material en la obra.

- Principales riesgos derivados:
 - Caída de objetos.
 - Choques y golpes.
 - Atrapamientos
 - Sobreesfuerzos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Los accesorios de elevación resistirán a los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
 - Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
 - Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.

- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.
- Cuerdas
 - Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
 - Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de 10 (diez).
 - En cada una deberá figurar la carga de trabajo y etiqueta de certificado.
 - Se desecharán y destruirán aquéllas que no tengan marcada la carga de trabajo o estén desgastadas, cortadas, etc.
 - No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
 - Toda cuerda de cáñamo que se devuelva al almacén después de concluir un trabajo debe ser examinada en toda su longitud.
 - En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas.
 - Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
 - Las cuerdas deberán almacenarse en un lugar sombrío, seco y bien aireado, al abrigo de vapores y tomando todas las prevenciones posibles contra las ratas.
 - Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
 - Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60º.
 - Se evitarán inútiles exposiciones a la luz.
 - Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos.
 - Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
 - Se examinarán las cuerdas en toda su longitud antes de su puesta en servicio.

- Se evitarán los ángulos vivos.
- Si se debe utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo, se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.
- Cables
 - Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
 - Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.
 - El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
 - En cada uno deberá figurar el marcado CE, la carga de trabajo y etiqueta de certificado.
 - Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
 - Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
 - Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos, desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
 - Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y

la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.

- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre de alguna manera. No tiraremos nunca del extremo libre.
- O bien, dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.), colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no debe realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujetas cables.
- Normalmente, los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante.
- Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que lo desembarace de costras y suciedad.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presenten alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.

- Los controles se efectuarán siempre utilizando los medios de protección personal adecuados.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
 - Rotura de un cordón.
 - Reducción anormal y localizada del diámetro.
 - Existencia de nudos.
 - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
 - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
 - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.
- Cadenas
 - Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
 - El factor de seguridad será al menos de 5 (cinco) para la carga nominal máxima.
 - En cada una deberá figurar el marcado CE, la carga de trabajo y etiqueta de certificado.
 - Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
 - Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
 - Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
 - Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
 - Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
 - La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello, conviene retirar las cadenas:
 - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5% por efecto del desgaste.
 - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
 - Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se

realice mediante un anillo.

- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena debe quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena debe protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deben ser manipuladas con precaución: evitar arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación deben estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.
- Ganchos
 - Serán de acero o hierro forjado.
 - Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad de cierre para evitar que las cargas puedan salirse.
 - Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas
 - Estarán certificados, quedando prohibida la utilización como gancho, de alambre o hierro doblados en forma de S.
 - Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, que debe prevenirse.
 - Puesto que trabajan a flexión, los ganchos han sido estudiados exhaustivamente y su constitución obedece a normas muy severas, por lo que no debe tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
 - Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una

lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.

- Solamente deben utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No debe tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No debe calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado debe ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
 - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
 - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.
 - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.
- Eslingas
 - Se utilizarán preferentemente eslingas homologadas en vez de cables.
 - En cada una debería figurar el marcado CE, la carga de trabajo y la etiqueta de certificado.
 - Se desecharán y destruirán aquéllas que no tengan marcada la carga de trabajo o estén desgastadas, cortadas, dobladas, desgarradas, etc.
 - Se tendrá cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
 - El propio desgaste por el trabajo.
 - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
 - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
 - Los sujeta cables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.

- El ángulo formado entre eslingas será de 90º como máximo, siendo recomendable un ángulo de 45º. Para conseguir dicho ángulo se dispondrá de eslingas de diferentes medidas. Se tendrá en cuenta la composición de fuerzas en función del ángulo a la hora de comprobar que se mantiene el factor de seguridad de los elementos auxiliares.
- Se colocarán las eslingas procurando que el centro de gravedad de la carga caiga en la vertical del gancho.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- En el inicio de la operación de elevación de una carga, se debe tensar suavemente la eslinga, elevar un poco aquélla y comprobar cualquier fallo en los amarres o falta de equilibrio antes de continuar con la maniobra.
- Argollas y anillos
 - Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
 - La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
 - Es muy importante no sustituir nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.
 - Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
 - Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.
- Grilletes
 - No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
 - Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
 - Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
 - No podrán ser usados como ganchos.

- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo ha de tener el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No calentar ni soldar sobre los grilletes.
- Poleas
 - No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
 - Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.
 - Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
 - Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
 - Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
 - Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
 - Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
 - Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
 - Se prohíbe soldar sobre poleas.
- Cáncamos
 - Se calcularán en función del grillete que se vaya a emplear, y en consecuencia, en función del esfuerzo que la carga a producir.
 - El ojo tendrá un diámetro un poco mayor que el diámetro del grillete y será mecanizado. Los agujeros hechos a sopletes representan salientes que producen sobrecargas localizadas en el bulón.
 - Se empleará acero dulce para su construcción, comprobando que la chapa

no presenta defectos de fabricación (hoja, fisuras, etc.).

- No se someterán a enfriamientos bruscos.
- La soldadura se efectuará con el electrodo básico.
- Al efectuar la soldadura se tendrá muy en cuenta la perfecta terminación de las vueltas de los extremos, así como que no se realice sobre piezas mojadas.
- Antes de utilizar el cáncamo es preciso que haya enfriado la soldadura.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Calzado de seguridad.
 - Faja de protección sobreesfuerzos.

7 RIESGOS INHERENTES EN LAS OBRAS

Además, e independientemente de lo expuesto en el apartado anterior, por el desarrollo normal de los trabajos de cualquier proyecto de ejecución con obras, tendremos los riesgos que a continuación se exponen y de los que también se incluyen recomendaciones:

- Trabajos superpuestos.
- Manipulación manual de cargas.
- Orden y limpieza.
- Señalización.
- Señalización de obras de carretera.

7.1 TRABAJOS SUPERPUESTOS

Se definen y se establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos superpuestos en la presente obra.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de objetos.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Se deberá evitar la superposición de tajos en las obras mediante la programación de los trabajos para que no coincidan en la misma vertical, el empleo de protecciones resistentes apropiadas que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical y la señalización y vigilancia en los casos en que las medidas anteriores no se puedan llevar a cabo por las características especiales de la obra.
 - Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de la obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.
 - Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello utilizarán, siempre que sea posible medidas de protección colectiva.
 - A fin de evitar caídas entre los andamios o plataformas de trabajo y los

paramentos de la obra en ejecución, deberán colgarse tablonos o chapados, según la índole de los elementos a emplear en los trabajos.

- Toda abertura en una plataforma de trabajo deberá, excepto en aquellos momentos en los que sea necesario permitir el acceso de personas o el transporte o traslado de materiales, estar provista de un dispositivo eficaz para evitar la caída de personas u objetos.
- Se deberán adoptar precauciones apropiadas para evitar que las personas sean golpeadas por objetos que puedan caer desde los andamiajes o plataformas de trabajo.
- Al trabajar en zonas con trabajos superpuestos no se arrojarán herramientas ni materiales, sino que se pasarán de mano en mano o utilizando cuerdas o bolsas portaherramientas para tales efectos.
- Si existe riesgo de caída de materiales a un nivel inferior en el que se encuentran trabajando, se balizará la zona. Y si ello no es posible, se señalizará la zona balizándola.
- Igualmente, en el caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes, se vallará o se señalizará la zona afectada, y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.
- Al utilizar herramientas en trabajos en altura, y si prevemos que puede haber alguien trabajando por debajo de nosotros, deberemos de llevar las herramientas atadas.
- Las estufas de electrodos de los soldadores se situarán en posición vertical y se atarán.
- Los soldadores estarán provistos de un recipiente para depositar los restos de los electrodos.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Botas de seguridad.
 - Casco de seguridad
 - Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
 - Guantes de protección.
 - Ropa de protección para el mal tiempo.

7.2 MANIPULACIÓN DE CARGAS

Se definen y se establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la manipulación manual de cargas en la presente obra

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particulares dorsolumbares, para los trabajadores.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel
 - Caída de objetos.
 - pisadas sobre objetos.
 - Choques y golpes.
 - Sobreesfuerzos.
 - Exposición a ambientes pulvígenos.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del hombre debe estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
 - El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
 - Enmarcando la carga.
 - Ligeramente separados.
 - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
 - Para levantar una carga, el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.
 - Técnica segura del levantamiento:
 - Sitúe el peso cerca del cuerpo.
 - Mantenga la espalda plana.

- No doble la espalda mientras levanta la carga.
- Use los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Asir mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para mejor sentir un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de asirlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Las cargas deben levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deben "meter" ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos.
- bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Utilizaremos los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deben utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deben trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deben mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de

que la carga bascule.

- Para transportar una carga, ésta debe mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evita la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permite reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
 - Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
 - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
 - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones debe ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje debe aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90° , lo que conseguimos es hacer deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, aprovecharemos su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deben encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deben excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los portadores puede lesionar a varios.
- Debe designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá atender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de

porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.

- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.).
- La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se debe efectuar:
 - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
 - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
 - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
 - Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
 - Aspirar en el momento de iniciar el esfuerzo.
 - Conviene preparar la carga antes de cogerla
 - El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.
 - Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
 - Se utilizarán guantes y calzado para proteger las manos y pies de la caída de objetos.
 - En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.
 - Cualquier malestar o dolor debe ser comunicado a efectos de la correspondiente intervención del servicio médico.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Guantes protección.

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

7.3 ORDEN Y LIMPIEZA

Se define y establecen las recomendaciones de seguridad referentes al orden y limpieza en el puesto de trabajo. Afecta al orden y limpieza del puesto de trabajo en cualquier situación o fase de obra en el presente proyecto.

- Medidas preventivas a adoptar:
 - La realización de los trabajos se llevará a cabo, prestando especial atención y cuidado en la programación ajustada del transporte, almacenamiento y acopio de los materiales, herramientas, máquinas y equipos a utilizar.
 - Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento y permitir al personal y vehículos de la compañía distribuidora.
 - El acceso a cualquier punto de la instalación en explotación.
 - Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.
 - Las operaciones de limpieza no deberán constituir por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.
 - Los lugares de trabajo y, en particular sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad

y salud de los trabajadores.

- El acopio y almacenamiento, se realizará en lugares pactados o autorizados por la compañía distribuidora, previamente a la ejecución.
- Se deben especificar métodos para el apilamiento seguro de los materiales, debiendo tener en cuenta la altura de la pila, carga permitida por metro cuadrado, ubicación, etc.
- Para el apilamiento de objetos pequeños debe disponerse de recipientes que, además de facilitar el apilamiento, simplifiquen el manejo de dichos objetos.
- Para el manejo apilamiento de materiales deben emplearse medios mecánicos, siempre que se pueda.
- Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo y los medios de su uso, a saber: equipo de protección individual y prendas de trabajo, armarios de ropas y prendas de trabajo, herramientas, materiales y otros, asignados específicamente a su custodia.
- No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.
- Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.
- Todas las herramientas de mano, útiles de máquinas, etc., deben mantenerse siempre perfectamente ordenados y para ello han de disponerse soportes, estantes, etc.
- Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén, punto limpio o zona de acopio de residuos, dejando el lugar y área limpia y ordenada.
- Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona.
- Durante la realización de los trabajos, o a la finalización de los mismos, los materiales sobrantes y de desecho que se produzcan, se colocarán en lugares adecuados para evitar riesgos de accidentes, robos y/o cualquier otro tipo de acción violenta.
- Se puede prever con anticipación la cantidad de desperdicios, recortes y

desechos y considerar los lugares donde se reducirán, a fin de tomar las medidas necesarias para retirarlos a medida que se vayan produciendo.

- Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables, colillas, etc.
- Materiales absorbentes tipo sepiolita, hojas absorbentes o similar, colocados en los lugares donde las máquinas o las transmisiones chorrean aceite o grasa, así como salpicaderos y bandejas, evitan las condiciones peligrosas que pueden producir lesiones graves por caídas.
- Los derrames de líquido (ácidos, aceites, grasas, etc.) se limpiarán inmediatamente, una vez eliminada la causa de su vertido, sea cierre de fuga, aislamiento de conducción, caída de envase u otros.
- Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.
- Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa se eliminará doblándolo, cortándolo o retirándolo del suelo o paso.
- Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usadas en modo que se mantengan en perfecto estado.
- Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes.
- El empleo de colores claros y agradables en la pintura de la maquinaria ayudará mucho a la conservación y al buen mantenimiento.
- Una buena medida es pintar de un color las partes fijas de la máquina y de otro más llamativo, las partes que se mueven. De esta forma el trabajador se aparta instintivamente de los órganos en movimiento que le puedan lesionar.
- Es frecuente encontrar las paredes, techos, lámparas y ventanas ennegrecidos por la suciedad que se va acumulando. Esto hace disminuir la luminosidad del local y aumenta en consecuencia el riesgo de accidente. Además, un lugar sucio y desordenado resulta triste y deprimente e influye negativamente en el ánimo y el rendimiento de los trabajadores.
- Se recomienda pintar los techos de blanco. Las paredes, hasta tres metros de altura, pueden pintarse de colores claros y tonos suaves. Si las paredes

tienen más de tres metros de altura, se pintarán de blanco de tres metros hasta el techo.

- Las zonas de paso o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.
- Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.
- No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.
- Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.
- Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener, durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.
- Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.
- Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.
- Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles.
- Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo, barandillas, tabloneros de plataforma, escaleras, etc., sin la debida autorización del responsable del tajo, previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

7.4 SEÑALIZACIÓN

Se definen y establecen las recomendaciones sobre señalización a utilizar en las instalaciones.

- Señalización de seguridad y salud en el trabajo. - Señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinados, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad y salud en el trabajo, mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa, una comunicación verbal o una señal gestual según proceda.

- Señal de prohibición. - Señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- Señal de advertencia. - Señal que advierte de un riesgo o peligro.
- Señal de obligación. - Señal que obliga a un comportamiento determinado.
- Señal de salvamento o socorro. - Señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- Señal indicativa. - Señal que proporciona otras informaciones distintas a las anteriores.
- Señal en forma de panel. - Una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- Señal adicional. - Señal que facilita informaciones complementarias.
- Color de seguridad. - Un color que tiene una significación determinada relativa a la seguridad y salud en el trabajo.
- Símbolo o pictograma. - Una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.
- Señal luminosa. - Una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.
- Señal acústica. - Una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- Comunicación verbal. - Un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.
- Señal gestual. - Un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - Se empleará la técnica de la señalización, cuando se ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores frente a situaciones de emergencia.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios de protección, evacuación, emergencia y primeros auxilios.
- Orientar y guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas
- La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:
 - Las características de la señal.
 - Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
 - La extensión de la zona a cubrir.
 - El número de trabajadores afectados.
- La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión.
- La señalización de seguridad y salud no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio.
- Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad o la facultad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias necesarias.
- La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.
- Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.
- Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del

suministro.

- Señales en forma de panel
 - Los pictogramas han de ser sencillos y de fácil comprensión.
 - Las señales deben ser resistentes de forma que aguanten los posibles golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.
 - Las dimensiones de las señales, sus características colorimétricas y fotométricas garantizarán su buena visibilidad y comprensión.
 - La altura y la posición de las señales será la adecuada en relación al ángulo visual.
 - El lugar de emplazamiento de la señal debe estar iluminado, ser accesible y fácilmente visible.
 - Se evitará emplazar varias señales próximas.
 - Las señales se retirarán cuando acabe la situación que las justifica.
 - Los diversos tipos que nos encontramos son:
 - Señales de advertencia.
 - Señales de prohibición.
 - Señales de obligación.
 - Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios.
 - Señales de salvamento o socorro.
- Señales luminosas
 - La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción sin llegar a producir deslumbramientos.
 - La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.
 - Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
 - No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa

apenas diferente.

- Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- Una señal luminosa indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista la necesidad.
- Al finalizar la emisión de una señal luminosa se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.
- La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas se comprobará antes de su entrada en servicio y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.
- Las señales luminosas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.
- Señales acústicas
 - La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
 - El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.
 - No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.
 - Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
 - El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.
 - Una señal acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar

una determinada acción, y se mantendrá mientras persista la necesidad.

- Al finalizar la emisión de una señal acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.
- La eficacia y buen funcionamiento de las señales acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.
- Las señales acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.
- Comunicaciones verbales
 - Los mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible; la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas del o de los oyentes deberán bastar para garantizar una comunicación verbal segura.
 - La comunicación verbal será directa (utilización de la voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado).
 - Las personas afectadas deberán conocer bien el lenguaje utilizado, a fin de poder pronunciar y comprender correctamente el mensaje verbal y adoptar, en función de éste, el comportamiento apropiado en el ámbito de la seguridad.
 - Si la comunicación verbal se utiliza en lugar o como complemento de señales gestuales, habrá que utilizar palabras tales como, por ejemplo:
 - Comienzo: Para indicar la toma de mando.
 - Alto: Para interrumpir o finalizar un movimiento.
 - Fin: Para finalizar las operaciones.
 - Izar: Para izar una carga.
 - Bajar: Para bajar una carga.
 - Avanzar, retroceder, a la derecha, a la izquierda: para indicar el sentido de un movimiento (el sentido de estos movimientos debe, en su caso, coordinarse con los correspondientes códigos gestuales).
 - Peligro: Para efectuar una parada de emergencia.
 - Rápido: Para acelerar un movimiento por razones de seguridad.
- Señales gestuales
 - En las operaciones de izado, descarga, y elevación de material mediante

camión grúa u otro tipo de maquinaria de obra, existirá un “encargado de señales” que dará instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado “operador”.

- Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.
- La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.
- La persona que emite las señales, denominada “encargado de las señales”, dará las instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado “operador”.
- El encargado de las señales deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.
- El encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.
- El operador deberá suspender la maniobra que esté realizando para solicitar nuevas instrucciones cuando no pueda ejecutar las órdenes recibidas con las garantías de seguridad necesarias.
- El encargado de las señales deberá ser fácilmente reconocido por el operador.
- Señalización olfativa
 - Cuando hay que efectuar una señalización olfativa es necesario tener en cuenta una serie de factores limitativos, como pueden ser entre otros:
 - Emitida una determinada cantidad de olor, llegará más o menos pronto en base a las condiciones climatológicas del local.
 - La respuesta dependerá de la sensibilidad individual del trabajador.
 - En ocasiones, la adaptación al sistema oloroso disminuye la eficacia de la señal.
 - La única normativa legal que ordena la realización de un sistema de señalización olfativa es el Real Decreto 919/2006 del 28 de Julio por el que se aprueba el Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 y el Real Decreto 2913/1973 derogado por éste únicamente en lo que se oponga a este reglamento en cuanto a las disposiciones relativas a la distribución y comercialización de combustibles gaseosos, por el que se aprueba el reglamento del servicio público de gases combustibles, que en su

capítulo V, artículo 33, indica la necesidad de olorizar el gas de tal forma que cualquier fuga pueda ser detectada.

- Se suele utilizar como gas odorizante el tetrahidrotiofeno a una concentración del 7,4% en volumen.
- Señalización táctil
 - Hasta la fecha, esta señal no ha sido utilizada en la medida que en un futuro próximo propone la técnica ergonómica.
 - El fundamento de esta señalización está en la distinta sensación que se experimenta cuando se toca algo con cualquier parte del cuerpo. Siendo la sensibilidad variable en relación con la parte del cuerpo afectada, las manos destacan por su especial sentido sensible al tacto.
 - A pesar de que esta forma de señalización no está contemplada en ninguna legislación, es posible que tenga importancia potencial en el sistema de mandos, control y herramientas manuales.
 - Puede presentar incompatibilidades entre la sensación al tacto y la necesaria adaptación de la herramienta a la mano.
- Señalización improvisada
 - Este tipo de señalización es y continuará siendo un punto de riesgo acusado cuyas consecuencias negativas no se hacen esperar.
 - Entre otros, destacamos algunos de especial interés:
 - Nominar el inicio y final de maniobra con palabras fonéticamente iguales, como DALE - VALE, YA - VA, etc., genera confusión y riesgo evidente.
 - Señalización con marcas de tiza, rotulador, marcadores, etc., de determinados riesgos dándose la circunstancia que la marca desaparece y el riesgo permanece o viceversa.
 - Notificación de parada de maquinaria o defectos de funcionamiento con notas escritas en medios no apropiados.
 - Señalización de maniobras con movimiento de cargas de forma anárquica no adaptándose a los códigos establecidos.
 - Utilización de señales deterioradas para informar situaciones de riesgo.
 - Uso y abuso de las señales acústicas, especialmente en trabajos en carretillas automotoras.
- Riesgo de caídas, choques y golpes

- Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda, o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.
- La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a la que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.
- La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45º y ser de dimensiones similares.
- Vías de circulación
 - Cuando sea necesario para la protección de los trabajadores, las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. La delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.
 - Las vías exteriores permanentes que se encuentren en los alrededores inmediatos de zonas edificadas deberán estar delimitadas cuando resulte necesario, salvo que dispongan de barreras o que el propio tipo de pavimento sirva como delimitación.
- Tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento de sustancias y preparados peligrosos
 - Los recipientes y tuberías visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos deberán ser etiquetados según lo dispuesto en la misma.
 - Las etiquetas se pegarán, fijarán o pintarán en sitios visibles de los recipientes o tuberías. En el caso de éstas, las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería en número suficiente, y siempre que existan puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones, en su proximidad.
 - La información de la etiqueta podrá complementarse con otros datos, tales como el nombre o fórmula de la sustancias o preparado peligroso o detalles

adicionales sobre el riesgo

- Las zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o preparados peligrosos deberán identificarse mediante la señal de advertencia apropiada, o mediante la etiqueta que corresponda, colocadas cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo. Ello no será necesario cuando las etiquetas de los distintos embalajes y recipientes, habida cuenta de su tamaño, hagan posible por sí mismas dicha identificación.
- El almacenamiento de diversas sustancias o preparados peligrosos puede indicarse mediante la señal de advertencia "peligro en general".
- Equipos de protección contra incendios
 - Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo o predominantemente rojo, de forma que se puedan identificar fácilmente por su color propio.
 - El emplazamiento de los equipos de protección contra incendios se señalizará mediante el color rojo o por una señal de panel. Cuando sea necesario, las vías de acceso a los equipos se mostrarán mediante las señales indicativas adicionales correspondientes.
- Medios y equipos de salvamento y socorro
 - La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro se realizará mediante señales en forma de panel.
- Situaciones de emergencia
 - La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal. A igualdad de eficacia, podrá optarse por una cualquiera de las tres; también podrá emplearse una combinación de una señal luminosa con una señal acústica o con una comunicación verbal.

7.5 SEÑALIZACIÓN DE OBRAS EN CARRETERA

Se definen y establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de señalización de obras en carretera.

- Principales riesgos derivados:
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel
 - Atropello
 - Choques y golpes.
 - Proyección de fragmentos o partículas por vehículos.
 - Caídas de objetos.
 - Pisadas sobre objetos.
- Medidas preventivas a adoptar:
 - La señalización se colocará de forma que los conductores de los vehículos puedan recibir información de la presencia de obras.
 - No se iniciarán los trabajos que afecten a la libre circulación sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y en su caso defensa.
 - La colocación de la señalización se comenzará con la señal más alejada de la obra, siendo ésta la que primero se encuentre el tráfico. La última señal que se deberá colocar será la última que se encuentra el tráfico.
 - Las señales serán de tipo portátiles, dotadas de un trípode o bien sobre poste con base de hormigón. En caso de calles estrechas, se permite el uso de paneles de plástico con la señalítica tampografiada sujeta mediante bridas plásticas sobre las vallas de obra.
 - De manera no exhaustiva, las señales a utilizar serán: TP-18 (Obras), TP-17 a y TP-17 b (Estrechamiento de la calzada derecha / izquierda según el caso), TR-301 (Velocidad máxima permitida), TR-305 (Adelantamiento prohibido), TR 401 a y Tr- 401 b (Paso obligatorio por la derecha / izquierda según el caso).
 - En obras de aplicación de la Norma de Carreteras 8.3 – IC, todas las señales serán retrorreflectantes (con nivel 2). Las señales TP-18 y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuestas en triángulo en los vértices. Las flechas deberán configurarse

sobre un panel negro no reflectante, y el encendido de sus elementos luminosos será simultáneo.

- Las señales TL-2 (Luz ámbar intermitente) se colocarán de tal manera que los conductores reciban la información de la presencia de obras, colocadas en los puntos sobre vallas o señales. Serán de tipo portátiles, funcionarán con baterías (que funcionen las 24h en días de poca visibilidad) y firmemente sujetas que imposibilite su retirada de manera sencilla en previsión de hurto).
- Las dimensiones de las señales se ajustarán a lo que marca la Norma de Carreteras
- La retirada de señales se hará de forma inversa a como fueron colocadas.
- La señalización se colocará de acuerdo a cómo indique el plano autorizado.
- La limitación progresiva de la velocidad se hará en escalones máximos de 20 Km. /h. a partir de la velocidad autorizada en la carretera.
- La señalización será modificada o retirada tan pronto como desaparezca el obstáculo que la originó, cualquiera que sea el periodo en que no fuera necesarias, especialmente las horas nocturnas y días festivos.
- En los casos de tráfico alternativo, de día se dispondrá la presencia de un señalista con chaleco luminiscente provisto de una bandera de color rojo que deberá moverse en correspondencia con el final de la cola para advertir su presencia. De noche, el tráfico será regulado mediante semáforos, debiendo ser advertida la presencia de los mismos mediante señales "Peligro semáforos" provistas de luces intermitentes de color ámbar.
- En los casos de tráfico alternativo, cuando la regulación se haga con paleta manual, los operarios estarán comunicados entre sí con radioteléfonos. Queda prohibido el sistema de testigos.
- Con tráfico alternativo, la espera del vehículo estará, como máximo, entre 7 y 15 minutos.
- El límite de velocidad estará en función de la anchura libre entre los obstáculos laterales.
- Las señales empleadas serán las reglamentarias debiendo emplearse el mínimo número que permitan al conductor prever y efectuar las maniobras con

comodidad.

- Las vallas de contención de peatones no podrán ser emplazadas como dispositivos de defensa, cuando se utilicen como elementos de balizamiento deberán estar dotadas de superficies planas reflectantes.
- Toda señal de prohibición u obligación deberá ser reiterada o anulada a distancias máximas de 1 minuto de la velocidad máxima prevista.
- Los elementos de balizamiento deberán ser reflectantes.
- La distancia entre elementos de balizamiento oscilará entre 5 y 20 m. En horas nocturnas o de visibilidad reducida, se complementará cada cinco elementos con una luz amarilla fija.
- La maquinaria de obras públicas y camiones, cuando realicen trabajos de señalización, harán notar su presencia con una luz intermitente o giratoria de color amarillo auto, situada en la pared delantera del plano superior del vehículo. Si su situación en la calzada de autopista o autovía impone precauciones, también se utilizará la luz mencionada en el recorrido del vehículo hasta llegar a donde se estén produciendo dichos trabajos.
- La señalización al tráfico de las zonas de trabajo deberá ser revisado por el jefe de obra o encargado con la siguiente periodicidad:
 - Al finalizar la jornada laboral.
 - Cada vez que se modifique la zona de trabajo.
 - Al iniciar la jornada laboral (especialmente después de interrupciones de trabajo de más de un día).
 - Antes de la parada del almuerzo y de la comida.
 - Después de la parada del almuerzo y la comida.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Casco de seguridad
 - Guantes de protección.
 - Ropa reflectante.
 - Ropa de trabajo para el mal tiempo.
 - Botas de seguridad.

8 PLIEGO DE CONDICIONES

8.1 NORMATIVA VIGENTE

Legislación aplicable

En este apartado se tienen en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

Ley de Prevención de Riesgos laborales (Ley 31/1995 de 8/11) (B.O.E. 10-11-95).

Modificaciones efectuadas por la Ley 50/1998 de 30 de diciembre

Ley 54/2003 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real decreto 39/1997, de 17 de enero.

Real Decreto 604/2006 por el que se modifica el real decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto. 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.

Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006.

Real Decreto 1/1995 del 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (Real Decreto 485/1997 de 14 de abril) (B.O.E. 23-4-97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (en los apartados aplicables a las obras de construcción) (Real Decreto 486/1997 de 14 de abril) (B.O.E. 23- 4-97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (Real Decreto. 487/1997 de 14 de abril) (. B.O.E. 23-4-97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio) (B.O.E. 7-8-97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo) (B.O.E. 12-6-97).

Real Decreto 1407/92, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Modificación del Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social (Real Decreto 576/1997 de 18 de abril) (B.O.E. 24-4-97).

Protección de la seguridad y salud de trabajadores contra riesgos de agentes químicos. Real Decreto 374/2001.

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo) (B.O.E. 24-5-97), así como las modificaciones Real Decreto 349/2003, de

21 de marzo, Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio

Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad de los trabajadores en las actividades mineras.

Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001 de 8 de junio) (B.O.E. 21-6-2001).

Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta 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 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. 27-12-00).

Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del Material Eléctrico destinado a ser utilizado en determinados Límites de Tensión. (BOE 53/1995, de 3 marzo 1995).

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, así como su modificación mediante Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

Real Decreto 396/2006, del 31 de marzo, por el que se establecen las

disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicable a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de Mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE y Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales Reglamento de seguridad en máquinas (Real Decreto 1849/2000).

Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre así como su posterior modificación mediante RD 524/2006, de 28 de abril.

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas

Orden TIN/1071/2010, DE 27 DE ABRIL, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.

Real Decreto 159/1995, en el que se modifica el marcado "CE" de conformidad y el año de colocación.

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

Resolución de 26 de noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.

Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.

Resolución del 11 de abril 2006 RCL\2006\814 que deroga la del 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social

Real Decreto 337/10, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

8.2 PRINCIPIOS GENERALES EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control

periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Se utilizarán los equipos de protección adecuados en función de la fase de obra que se esté desarrollando.

9 VIGILANCIA, INSPECCIÓN Y CONTROL PERIÓDICO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Conforme el Artículo 16 “Evaluación de los riesgos” de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el control periódico de las condiciones de trabajo se realizará desde los siguientes puntos de vista.

- Revisiones periódicas de los equipos de trabajo.
- Revisiones periódicas de los equipos de protección individual.
- El recurso preventivo de la contrata (disposición adicional decimocuarto de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales) vigilará el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de seguridad y salud y comprobará la eficacia de estas. La presencia del recurso preventivo en obra es preceptiva y será permanente en los supuestos definidos en el apartado 2.18 Organización de la seguridad en Obra. Entre otros se contemplan los siguientes trabajos:
 - Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura.
 - Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan

movimiento de tierras subterráneos.

- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.
- Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
- Revisiones periódicas de obras por la Dirección Facultativa. El coordinador de seguridad y salud (integrado en la Dirección Facultativa) visitará periódicamente las obras.
- Revisiones periódicas de las condiciones de trabajo por parte del jefe de obra de cada contratista.

La función de inspección y control se ejercerá en cualquier caso por el personal directivo, técnico o subalterno tanto de la compañía distribuidora, como de cada una de las empresas participantes.

La Inspección y Control de la Prevención de Riesgos Laborales es responsabilidad directa de la siguiente organización:

- Jefe o Responsable de la Instalación.
- Jefe de Obras.
- El recurso preventivo de la contrata (disposición adicional decimocuarto de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales).
- Coordinador de Seguridad y Salud.

Toda persona con responsabilidad en el desarrollo de las obras deberá tener en cuenta en sus inspecciones periódicas la incidencia de los mismos en la seguridad de las personas o bienes.

EL AUTOR DEL PROYECTO

Marcos Álvarez Piñal

DOCUMENTO N°7
GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

1 GESTIÓN DE RESIDUOS	1
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	2
1.2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD QUE SE GENERARÁ	2
1.3 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU"	2
1.4 PREVISIÓN DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA Y OTROS EMPLAZAMIENTOS	2
1.5 OPERACIONES DE VALORACIONES "IN SITU"	2
1.6 DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS	2
1.7 INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN	2
1.8 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCSS, QUE FORMARÁN PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	3

1.GESTIÓN DE RESIDUOS

Al objeto de dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, y al Real Decreto 110/2015, por el cual se regula la gestión de residuos de aparatos eléctrico y electrónicos, se elabora el estudio para la gestión de los residuos generados en el desarrollo de la obra que nos ocupa.

Se proyectan las obras e instalaciones necesarias para mejorar la infraestructura eléctrica en la zona de influencia de la actuación que se proyecta, en el municipio de Tresviso, en la provincia de Cantabria.

Las obras e instalaciones que se proyectan son las siguientes:

- Centro de almacenamiento de energía con contenedor prefabricado de 20".
- L.B.T. SUBTERRÁNEA.

La obra civil que se proyecta es:

- Ejecución de cimentación, arqueta de acometida y acera perimetral para instalación de un centro de almacenamiento de energía en baterías con contenedor prefabricado de 20".
- Canalización de BT: Zanja 4 tubos Ø 160 mm (285 m en calzada y 10 m en tierra). El trazado de la canalización, se indica en los planos adjuntos.
- Instalar 16 arquetas, de las dimensiones indicadas en los planos adjuntos.

Los residuos generados en la realización de las instalaciones serán los que a continuación se detallan:

1.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Clasificación y descripción de los residuos generados definidos según la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
17 Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).	
17 05 04	Tm de Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03

1.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD QUE SE GENERARÁ

Se estima que durante ejecución de las obras objeto del presente proyecto se generarán las siguientes cantidades de residuos:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
17 Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).		
17 05 04	Tm de Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	373,75

1.3. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU"

No son necesarias. Se entregarán los residuos generados a gestor autorizado para su segregación en planta y se conservarán evidencias de dicha segregación

1.4. PREVISIÓN DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA OTROS EMPLAZAMIENTOS

No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a gestor autorizado.

1.5. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN "IN SITU"

No se prevé operación alguna de valoración "in situ".

1.6. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS

Se prevé su traslado a un gestor autorizado.

1.7. INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN

Se instalarán contenedores para su posterior retirada a vertederos autorizados. La ubicación de estos quedará condicionada a la conformidad del técnico del Ayuntamiento, siendo objeto de su tramitación por parte del contratista de la obra.

1.8. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCSS, QUE FORMARÁN PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Cada una de las partidas incluidas en el presupuesto que figura en el proyecto, incluye un importe para el tratamiento de residuos, incluido su traslado a un gestor autorizado.

En caso de desmontaje del pequeño tramo de conductor existente, no se incluirá en la presente valoración el correspondiente coste de gestión de su tratamiento como residuo, puesto que dicho conductor pasará a ser devuelta a Viesgo Distribución Eléctrica, S.L. de cara a su posible reutilización o gestión de dicho residuo según la operativa de tratamiento que corresponda en la norma que le es de aplicación.

Se adjunta presupuesto desglosado del coste de la gestión de residuos de construcción y demolición del proyecto, en función de su tipología.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
17 Gestión de residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).				
17 05 04	Tm de Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	373,75	5,48	2048,15

Total Relación Valorada

2048,15 €

DOCUMENTO N°8
PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES

ÍNDICE

1	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	1
1.1	CONDICIONES AMBIENTALES GENERALES	1
1.2	ATMÓSFERA	3
1.3	RESIDUOS	3
1.4	AGUAS RESIDENTES	4
1.5	CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN MEDIOAMBIENTAL	4
1.6	PARQUE DE VEHÍCULOS	5
1.7	FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS	5

1 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La empresa contratista deberá ser conocedora de las obligaciones legislativas en materia medioambiental que pudieran resultar de aplicación a las actividades desarrolladas tal como se ha mencionado en el apartado anterior debiendo comprometerse a cumplir con todos los requisitos y exigencias legales que en materia de medio ambiente le sean de aplicación.

La ejecución de los trabajos deberá cumplir como mínimo los siguientes requisitos ambientales:

1.1. CONDICIONES AMBIENTALES GENERALES

Se deberá cumplir con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los recogidos en el Sistema de Gestión Ambiental de la Compañía Distribuidora en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental o Planes de Vigilancia Ambientales:

En nuestro caso no es necesario hacer un EIA(Estudio Impacto Medioambiental), ya que según de acuerdo con Zonificación ambiental para energías renovables: Eólica y Fotovoltaica, apartados de Calidad y evaluación ambiental se pide el EIA si se cumplen las siguientes condiciones:

- "Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie" (Anexo I. Grupo 3. j de la Ley 21/2013).
- "Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen una superficie de más de 10 ha" (Anexo I. grupo 9. a 18º de la Ley 21/2013).
- "Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el Anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor de 10 ha" (Anexo II. Grupo 4. i Ley 21/2013).

En el presente proyecto ninguno de estos casos afectaría a las instalaciones proyectadas ya que la superficie de nuestras instalaciones es menor de 10ha de superficie y la instalación no está destinada a la venta de la red, esto es debido a que el proyecto está promovido por la Compañía Distribuidora, siendo una compañía de distribución que conforme a la Regulación vigente no puede obtener beneficio alguno por generación.

No obstante, Tresviso está situado en parque nacional de Picos de Europa. Según los datos obtenidos del Geoportal, programa de visualización del gobierno de España que engloba todos los indicadores de impacto medioambiental de Red Natura 2000, de los cuales presenta los indicadores de zona protegida medioambiental y además zona ZEP (Zonas Especiales de Conservación) y LIC(Lugares de Importancia Comunitaria),deberán tenerse en cuenta por si durante la ejecución del proyecto surgen cambios a cerca de las normativas de zonificación.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista, se deberán aplicar las medidas correctoras necesarias para reestablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado. Se comunicará su ocurrencia de manera inmediata y se establecerá un plan de medidas preventivas para evitar que ocurra de nuevo.

Cuando durante el desarrollo de los trabajos esté previsto la utilización de grupos electrógenos fijos, entendiéndose por estos aquellos que, debido a sus grandes dimensiones y peso, permanecerán en una localización fija, se deberá asegurar que se trata de equipos de doble pared, los cuales cuentan con bandejas de retención de líquidos que previenen de posibles fugas o derrames sobre el suelo y proporcionan menor emisión acústica, y que dispongan de marcado CE que sirva como garantía de que se satisfacen los requisitos establecidos en la normativa vigente en materia de emisiones acústicas y de gases a la atmósfera. De igual manera, se deberá verificar que el nivel de potencia acústica garantizado del equipo cumple con los valores límite de ruido en el ambiente establecidos por las leyes y ordenanzas municipales de aplicación.

Se deberán realizar los trabajos de acuerdo con las condiciones que resulten de la evaluación ambiental emitidas por la administración competente.

1.2 . ATMÓSFERA

Se deberá evitar la dispersión de material por el viento, poniendo en marcha las siguientes medidas:

- Proteger el material de excavación y/o construcción en los sitios de almacenamiento temporal.
- Reducir el área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Empedrar lo más rápido posible las áreas de suelo desnudo.
- Realizar la carga y transporte de materiales al sitio de las obras vigilando que no se generen cantidades excesivas de polvo, cubriendo las cajas de los camiones.

1.3 RESIDUOS

Se deberá implementar como primera medida una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: Reducir, reutilizar, reciclar y disponer en un vertedero autorizado.

Las zonas de obras se conservarán, limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras y se depositarán los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin, evitando siempre la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con cualquier otro tipo de residuo.

Se cumplirá para el transporte y disposición final de los residuos con la normativa establecida a tal efecto por organismo competente en la materia.

Se deberán establecer zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán implementar barreras provisionales alrededor del material almacenado y cubrirlo con lonas o polietileno.

Se deberán gestionar los inertes teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Mínima afectación visual de las zonas de acopio y almacenamiento
- Mínimas emisiones fugitivas de polvo en las zonas de acceso y movimiento de tierras.

Se colocará de manera temporal y en sitios específicos el material generado por los trabajos de movimiento de tierras, evitando la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna y/o elementos que modifiquen la topografía e hidrodinámica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona de la obra, deteriorando con ello su calidad.

1.4 AGUAS. VERTIDOS

Se deberá dar tratamiento a todos los tipos de aguas residuales que se generen durante la obra, ajustados con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente. Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia.

1.5 CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Se realizarán operaciones de desbroce y retirada de terreno vegetal de la superficie exclusivamente necesaria para la obra.

Se acumulará y conservará los suelos vegetales retirados para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la estructura vegetal.

Se utilizarán los caminos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Se procederá a la limpieza inmediata y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos. Se adaptará la realización de movimientos de tierras a la topografía natural.

En cuanto al impacto visual de las instalaciones proyectadas se deberá en la medida de lo posible minimizar su impacto visual.

En el caso del sistema de almacenamiento, se deberá de pintar el exterior del contenedor de un color con un tono que se mezcle con el paisaje y/o integrado con cualquier proyecto de arte, respetando la normativa de la Compañía Distribuidora para la limpieza acondicionamiento de instalaciones existentes prefabricadas normalizadas.

1.6 PARQUE DE VEHÍCULOS

Realizar el estacionamiento, lavado y mantenimiento del parque automotor en lugares adecuados para tal fin, evitando la contaminación de cuerpos de agua y suelos con residuos sólidos y aceitosos. En caso de ser imprescindible realizar dichas tareas en la zona de obra por causas debidamente justificadas, se protegerá la superficie del suelo, gestionando los residuos generados o aguas de lavado de manera adecuada.

1.7 FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Se deberá remover todos los materiales sobrantes, estructuras temporales, equipos y otros materiales extraños del sitio de las obras y deberá dejar dichas áreas en condiciones aceptables para la operación segura y eficiente.

Se ejecutará la remoción del suelo de las zonas que hayan sido compactadas y cubiertas, para retornarlas a sus condiciones originales, considerando la limpieza del sitio.