

FASE II - ANEJO N° 9. ELECTRIFICACIÓN

ÍNDICE	
1. OBJETO.....	1
2. INSTALACIONES DE ELECTRIFICACIÓN.....	1
2.1. Instalaciones existentes	1
2.2. Solución propuesta.....	2
2.2.1. Características de la catenaria tipo CA220 / 3KV.....	3
2.2.1.1. Características funcionales.....	3
2.2.1.1.1. Tensión eléctrica de alimentación.....	3
2.2.1.1.2. Velocidad de diseño	4
2.2.1.1.3. Pantógrafos y anchos de vía admisibles.....	4
2.2.1.1.4. Condiciones ambientales normales	4
2.2.1.2. Características del diseño.....	4
2.2.1.2.1. Composición de las catenarias	4
2.2.1.2.2. Características geométricas y mecánicas.....	5
2.2.1.2.3. Criterios de aislamiento	9
2.2.1.3. Protecciones.....	9
2.2.1.3.1. Pararrayos autovalvulares	9
2.2.1.3.2. Cable de tierra.....	10
2.2.1.3.3. Toma de tierra	10
2.2.1.3.4. Protecciones en pasos superiores o estructuras transitables.....	10
2.2.1.3.5. Dispositivos limitadores de tensión.....	10

2.2.1.3.6. Señales.....	10
2.2.1.3.7. Protecciones de seguridad en postes	10
2.2.2. Características de las subestaciones de tracción de corriente continua.....	10

APÉNDICE 1. LOCALIZACIÓN DE LAS SUBESTACIONES Y ACOMETIDAS

1. OBJETO

Es objeto del presente estudio desarrollar a escala 1:5000 las soluciones planteadas en la Fase I para el acondicionamiento del trazado de la línea ferroviaria "Línea F.C. Intermodal Abando Indalecio Prieto – Casetas. (Línea 700)" que permitan circulaciones a velocidad de 200 - 220 km/h entre los municipios de Castejón y Logroño.

2. INSTALACIONES DE ELECTRIFICACIÓN

2.1. Instalaciones existentes

La electrificación en vía general del tramo Castejón-Logroño se realiza mediante línea aérea de contacto compuesta por:

- Sustentador Cu153
- Dos Hilos de Contacto Cu107
- Pendolado de varilla concentrado en el centro del vano.

Las vías secundarias constan de sustentador Ac48 (actualmente en desuso) y 1 HC, con agujas aéreas en la gran mayoría de tipo cruzadas.

En las estaciones, la electrificación se realiza mediante pórticos funiculares.

No obstante, en los siguientes trayectos y estaciones se han realizado renovaciones de catenaria:

- Trayecto Calahorra-Lodosa (P.K. 27+800 – P.K. 40+900):
 - Montaje de compensación independiente
 - Sustitución del pendolado de varilla por pendolado equipotencial.
- Estación de Alcanadre (P.K. 48+100):
 - Montaje de compensación independiente
 - Sustitución del pendolado de varilla por pendolado equipotencial.
 - Montaje de agujas tangenciales
 - Vía secundaria con sustentador de Cu153 y 2 HHCC
- Estación de Arrúbal (P.K. 60+100):
 - Montaje de compensación independiente

Fase II - Anejo nº 9. Electrificación

- Sustitución del pendolado de varilla por pendolado equipotencial.
- Agujas tangenciales y pórticos rígidos
- Estación de Logroño (P.K. 76+100)
 - Montaje de compensación independiente
 - Sustitución del pendolado de varilla por pendolado equipotencial.
 - Agujas tangenciales
 - Todas las vías secundarias con sustentador de Cu153 y 2 HHCC.

Todos los seccionadores de las estaciones, están telemandados desde un PLO situado en el EV de la estación a que corresponden, con la excepción de los seccionadores de las estaciones de Calahorra, Alcanadre y Logroño que están telemandados desde el PCCT de Miranda de Ebro.

En cuanto a las subestaciones de tracción, la línea actualmente cuenta con cuatro subestaciones para su alimentación: Castejón, Calahorra; Alcanadre y Logroño.

Las subestaciones de Castejón, Calahorra y Alcanadre, desde su entrada en servicio no han sufrido reformas importantes salvo las propias de deterioros producidos por incidencias o las producidas en pequeñas tareas de mantenimiento. Todas ellas disponen de un único grupo y, en el caso de la subestación de Castejón, alimenta también a la Línea 710, Castejón-Altsasu.

La subestación de Logroño se traslada al polígono de la Portalada. A su entrada en servicio, se desmantelará la subestación que actualmente presta servicio.

2.2. Solución propuesta

El sistema de electrificación propuesto para el tramo ferroviario Castejón-Logroño es mediante Línea Aérea de Contacto tipo CA-220/3kV con aislamientos de 25 kV. La composición de la catenaria CA-220/3kV será la misma para todas las vías, tanto generales como secundarias y consta de:

- Sustentador de Cu ETP de 185 mm²,
- Dos hilos de contacto Cu-Ag 0,1 de 150 mm²
- Péndolas conductoras del tipo Co6 de Cu extraflexible de 25 mm² de sección.

Esta tipología de línea aérea de contacto está diseñada expresamente para las nuevas electrificaciones de Red Convencional. Cuenta con características que facilitarán su futura transformación a una electrificación a 25kV en corriente alterna, si bien en la actualidad su explotación se realizará en 3kV c.c. Es decir, es una catenaria eléctricamente dimensionada para corriente continua pero mecánicamente preparada para una transición a corriente alterna, adaptada con aisladores de 25 kV y ménsulas tubulares.

Está diseñada para 200-220 km/h, adaptándose bien a trazados irregulares con velocidades inferiores, así como a variaciones de altura debidas a pasos superiores o túneles.

La catenaria CA-220/3kV requiere ser compatible únicamente con pantógrafos de 1950 mm circulando por vías de un solo ancho, bien sea Ibérico o UIC. Sin embargo, en una futura transformación a la CA-220/25 kV deberá obligatoriamente ser compatible tanto con pantógrafos de 1950 mm como de 1600 mm, por lo que el replanteo deberá considerar la compatibilidad con ambos pantógrafos.



Imagen 1. Subestaciones de tracción existentes

Con respecto a las características de diseño, la elección de los parámetros que la definen y los elementos que la componen, se respetarán los parámetros geométricos y mecánicos establecidos en la NAE 301_1M1 “Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA220/3kV”, así como para los elementos a utilizar y sus condiciones de utilización.

Además, de acuerdo con la Nota Técnica “Plan de racionalización de tipologías de línea aérea de contacto en proyectos y obras” de Adif, es una de las catenarias admisibles que, al objeto de facilitar el cumplimiento de los requisitos de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad, o bien disponen ya del certificado “CE” de Componente de Interoperabilidad “línea aérea de contacto”, o bien se encuentran en tramitación para obtenerlo.

En lo que al esquema eléctrico se refiere, se mantendrá la configuración actual de alimentación del tramo mediante cuatro subestaciones. No obstante, la ubicación de estas subestaciones estará condicionada al trazado de la alternativa seleccionada.

En todos los casos, se prevé la sustitución de las actuales subestaciones (Castejón, Calahorra y Alcanadre), a excepción de la nueva subestación de Logroño, ya que estaba prevista la puesta en servicio de una nueva por parte de Adif AV en el segundo semestre del año 2020, adaptando por tanto las otras tres a las nuevas demandas de la línea. Estas dispondrán de dos transformadores de potencia asignada 3 MW.

En el Apéndice 1 se incluye una propuesta de localización de las nuevas subestaciones y una propuesta de las posibles acometidas, en las alternativas Alt 2.2 y Alt 2.3.

Estas subestaciones serán las encargadas de abastecer eléctricamente las instalaciones de suministro de energía y de tracción.

Las nuevas subestaciones considerarán el siguiente equipamiento eléctrico de potencia y telemando de seccionadores e instalaciones auxiliares.

- Dos grupos de transformador – rectificador de potencia 3MVA para el suministro y transformación de electricidad en corriente alterna a continua.
- Equipo de protección y medida de cada grupo, compuesto de seccionador tripolar de entrada manual, transformadores de intensidad para protección, interruptor tripolar de entrada, bobina para la salida del rectificador y seccionadores unipolares de salida para la conexión a la barra ómnibus y para la unión de las barras ómnibus de ambos grupos.

- Cabinas para las salidas feeder y para los seccionadores de salida de rectificador y unión de barras ómnibus.
- Seccionadores unipolares de semipórtico para cada salida de feeder.
- Armarios con transformador de 230/2.200 V para alimentar las líneas de señales que parten de la subestación y armarios con interruptor para cada línea de señales.

El telemando de energía consta de la red de comunicaciones que comunica la instalación de la subestación con el equipo de telemando que fija el nivel de funcionamiento de la misma. El control y maniobra de la subestación se llevará a cabo mediante equipos dedicados (CPUs) que soportarán las comunicaciones y serán los encargados de trasladar las tareas de automatismo y control.

La operación de los equipos eléctricos de la subestación, se alimentarán a través de un transformador de 250 kVA con salida trifásica a 230 V en corriente alterna. Por medio de este transformador se suministrará energía a los sistemas de señalización y servicios propios de la subestación. Fuera del edificio de la subestación también alimentará a los seccionadores de la Línea Aérea de Contacto.

2.2.1. Características de la catenaria tipo CA220 / 3KV

2.2.1.1. Características funcionales

2.2.1.1.1. Tensión eléctrica de alimentación

La catenaria CA-220/3kV está diseñada para ser alimentada en corriente continua 3kV, y en el caso de que se complete su transformación en la CA-220/25kV, también podrá alimentarse en 25kV corriente alterna, donde se admiten los siguientes valores.

	CA-220/3kV	CA-220/25kV
Tensión Permanente Mínima	2000 V	19000 V
Tensión Nominal	3000 V	25000 V
Tensión Permanente Máxima	3600 V	27500 V
Tensión No Permanente Máxima	3900 V	29000 V

Tabla 1 Valores de tensión según UNE-EN 50163

Fase II - Anejo nº 9. Electrificación

Debido a las diferencias significativas entre el circuito de retorno de corriente en 3kV c.c. y 25kV c.a., las tensiones de alimentación no podrán ser conmutables salvo que se proyecte un diseño específico de retorno de corriente compatible con ambos sistemas de alimentación.

2.2.1.1.2. Velocidad de diseño

La línea aérea de contacto tipo CA-220/3kV está diseñada para una velocidad de hasta 220 km/h si bien la velocidad habitual de explotación es de 200 km/h, pero se adapta bien a trazados irregulares con velocidades inferiores, y donde existan variaciones de alturas debidas a pasos superiores o túneles.

2.2.1.1.3. Pantógrafos y anchos de vía admisibles

Cuando la catenaria CA-220/3kV se ponga en servicio inicialmente con tensión de 3kV será compatible con pantógrafo de 1950 mm circulando por vías de un solo ancho, bien sea ibérico o UIC; pero cuando se transforme a 25 kV el proyecto debe contemplar la compatibilidad con pantógrafos de 1950 mm y de 1600 mm en ambos anchos de vía indistintamente.

2.2.1.1.4. Condiciones ambientales normales

La catenaria se ha proyectado para las condiciones ambientales de funcionamiento que se indican a continuación. En otros casos se deberán realizar las correcciones necesarias.

- Temperatura ambiental

La limitación de las temperaturas ambientales máximas y mínimas tiene por objeto establecer la longitud máxima del cantón de compensación mecánica de la catenaria, así como los equipos de regulación.

Temp. Ambiental Mínima	- 15 °C
Temp. Ambiental Máxima	+ 45 °C

Tabla 2 Temperatura ambiental

- Temperatura máxima de los conductores

El calentamiento máximo de los conductores causado por la corriente de carga, unido al calentamiento causado por la temperatura ambiente y la radiación solar, no debe superar los valores indicados en la siguiente tabla.

Tipo Conductor	Temp. máx. permanente (condiciones de funcionamiento)	Temp. máx. hasta 30 min. (pantógrafo en reposo)
Sustentador de Cu ETP	80 °C	-
Hilos de contacto de Cu Ag0.1	100 °C	150 °C

Tabla 3 Temperatura máxima de los conductores

En todas las nuevas instalaciones se verificará mediante estudios de carga eléctrica que los umbrales anteriores no se sobrepasen.

- Viento

Para los elementos estructurales de la Línea Aérea de Contacto (postes, pórticos rígidos, pórtico de seccionadores, etc.) se considerará una velocidad del viento de referencia de 120 km/h (33,3 m/s).

Para la validación funcional del sistema en lo que a la desviación lateral del hilo de contacto por efecto del viento se refiere, se aplicará la metodología apuntada en la norma UNE-EN 50119, tomando como velocidades de referencia las indicadas en el mapa del anejo I de la NAE301_1M1 "Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA220/3kV".

2.2.1.2. Características del diseño

2.2.1.2.1. Composición de las catenarias

La composición de la catenaria CA-220/3kV será única para todas las vías, tanto generales como secundarias, si bien según las características de la línea, excepcionalmente en determinadas vías de apartado o tramos de curvas de radio reducido podrán adoptarse tenses reducidos. Para su transformación a la catenaria CA-220/25kV no será necesario modificar los conductores principales, es decir que se mantendrán los dos hilos de contacto.

CA-220/3kV - CA-220/25kV		
Sustentador	185 mm ² - Cu ETP	2475 kgf (2428 daN)
Hilos de Contacto	2 x BC - 150 – Cu Ag0.1	2 x 1875 kgf (1839 daN)
Péndolas	Cu 25 mm ² flexible	
Cable de tierra (o retorno)	LA 110 (94-AL1/22ST1-A)	
Cable de conexión	95 mm ² - Cu ETP	
Fíder Negativo	LA 280 (242-AL1/39-ST1A o equivalente en Cu)	(Solo en 2x25kV)
Fíder de Refuerzo	Variable	

Tabla 4 Composición de las catenarias CA-220/3kV y CA-220/25kV

Para la catenaria CA220/3kV, generalmente será necesario instalar fíderes de refuerzo para permitir circulaciones a la velocidad máxima de diseño, pudiendo no ser necesario en vías de apartado o tramos de baja velocidad. No obstante, tanto su necesidad como su sección deberán determinarse mediante un estudio de dimensionamiento eléctrico de la línea.

2.2.1.2.2. Características geométricas y mecánicas

La Línea Aérea de Contacto debe respetar los siguientes parámetros geométricos y mecánicos.

- Altura de los hilos de contacto

Altura Mínima de diseño	Variable (según EN 50119)
Altura Nominal	5300 mm
Altura Máxima de diseño	6000 mm

Tabla 5 Altura de los hilos de contacto

Aplicando la metodología de la UNE-EN 50119, la altura mínima de diseño dependerá de los siguientes parámetros:

- EC – Distancia de aislamiento aplicable.
- SE – Altura de la envolvente máxima (que a su vez depende de los acuerdos verticales de vía).
- a1 – Tolerancia vertical de la vía.

- a2 – Tolerancia de montaje del hilo de contacto.
- a3 – Desplazamientos dinámicos descendentes del hilo de contacto.
- a4 - Flecha por efecto de la sobre carga de hielo y de la temperatura de los conductores (que a su vez dependen de la altura de la línea sobre el nivel del mar).

La altura mínima se calculará conforme a la metodología de la norma UNE EN 50119 en función de distintos gálibos.

La catenaria se diseñará para que la catenaria pueda ser explotada en el futuro en 25kV.

La altura de los hilos de contacto deberá ser lo más constante posible a lo largo de la línea con el fin de mantener una buena captación de corriente a través del pantógrafo. No obstante, en túneles, pasos superiores o pasos a nivel, la transición de altura en los hilos de contacto se realizará con pendientes referidas al plano de la vía no superiores a las siguientes:

Pendiente máxima de los hilos de contacto	±1‰
Variación de pendiente máxima	±0,5‰

Tabla 6 Variación de altura en los hilos de contacto

Los valores que se presentan en la tabla 6 serán exigibles para tramos de velocidad máxima 200 - 220 km/h, para tramos con velocidades inferiores se podrán incrementar los valores tomando como referencia la tabla 11 de la norma UNE-EN 50119:2010.

La pendiente del hilo de contacto en un vano se medirá como la diferencia de alturas entre el inicio y el final del vano dividido por la longitud de este, expresado en tanto por mil con su signo. La variación de pendiente se calculará como la diferencia entre las pendientes de dos vanos consecutivos, considerando su signo.

En el caso de que existan varios pasos superiores próximos entre sí con gálibo reducido, se mantendrá entre ellos la misma altura de los hilos de contacto, haciendo las transiciones solamente antes del primero y después del último.

Fase II - Anejo nº 9. Electrificación

- Altura del sistema de catenaria

La altura del sistema de catenaria, definida como la diferencia de cotas del sustentador y de los hilos de contacto en la ménsula o suspensión, podrá adquirir los siguientes valores:

Altura Nominal (trayectos y estaciones)	1400 mm
Altura en zonas de gálibo reducido (túneles, pasos superiores, etc.)	Variable
Altura máxima en seccionamientos	2000 mm

Tabla 7 Altura del sistema de catenaria

Se adecuarán los vanos a la altura de diseño de forma que se respeten las longitudes de péndola mínima.

El paso de una altura de sistema a otra se realizará intercalando las transiciones necesarias.

- Altura del tubo estabilizador de atirantado

Vía general	400 mm
En seccionamientos, agujas, túneles y zonas de gálibo reducido	Variable

Tabla 8 Altura del tubo estabilizador de atirantado

- Descentramiento

La disposición del descentramiento de los hilos de contacto debe favorecer el desgaste uniforme de los frotadores de pantógrafo, manteniendo las condiciones de seguridad ante salidas de la zona de contacto por efecto de las curvas o por la desviación lateral debida al viento.

El criterio de signos a adoptar para el descentramiento es el siguiente:

- Signo positivo (+d): descentramiento hacia fuera del poste o pendolón.
- Signo negativo (-d): descentramiento hacia dentro del poste o pendolón.
- En estaciones o playas de vías con catenarias en pórticos funiculares, así como en túneles, se tomará como referencia el sentido ascendente de la kilometración siendo

los descentramientos positivos hacia la derecha y los descentramientos negativos hacia la izquierda.

Recta	+ 20 cm / - 20 cm
Curva $R \leq 2300$ m	+ 20 cm / + 20 cm (hacia el exterior de la curva)

Tabla 9 Descentramiento de los hilos de contacto

NOTA: Los valores anteriores han sido calculados considerando los tenses nominales de los conductores, para una velocidad del viento de 29 m/s, a nivel del mar, a una temperatura de 5 °C y para una altura del hilo de 5300 mm, y el arco de un pantógrafo de 1950 mm (figura A7, UNE-EN 50367).

- Vano máximo

Para la catenaria CA220/3kV, el vano máximo en cualquier caso será de 60 m. No obstante, para un tramo concreto el vano máximo admisible podrá ser menor y dependerá de varios factores, como son la altura del sistema de catenaria, el radio de la curva, el tense de los conductores, la velocidad del viento y el arco del pantógrafo.

La altura del sistema condiciona la longitud de la péndola mínima en el centro del vano, donde deberá verificarse que su montaje pueda realizarse con la tecnología elegida.

El valor máximo de los vanos en curva dependerá del radio y la flecha de ésta según el siguiente cuadro:

VANO	CA-220
60 m	$R \geq 1100$
55 m	$1100 > R \geq 850$
50 m	$850 > R \geq 650$
45 m	$650 > R \geq 500$
40 m	$500 > R \geq 400$
35 m	$400 > R \geq 350$
30 m	$350 > R \geq 300$
25 m	$300 > R \geq 250$

Tabla 10 Vano máximo según el radio de la vía

Los valores anteriores consideran los tenses nominales de los conductores a temperatura media mínima de 5°C, para una velocidad del viento de 29 m/s y para un pantógrafo de 1950 mm.

En el caso excepcional de que la altura del sistema de catenaria fuera inferior a 1400 mm, entonces se deberán recalcular los vanos máximos teniendo en cuenta que la longitud mínima de las péndolas será de 250 mm.

- Diferencia de longitud entre vanos consecutivos

La diferencia entre las longitudes de dos vanos consecutivos será:

Diferencia máx. en trayecto	10 m
Diferencia máx. en agujas	5 m

Tabla 11 Diferencia de longitud en vanos consecutivos

Esta limitación tiene por objeto limitar el desequilibrio entre las tensiones mecánicas de los conductores a ambos lados del apoyo.

- Cantón de compensación mecánica

La longitud máxima del cantón será:

Recta	1200 m
Tramo con curvas	20 – 28 vanos (700 – 1000 m aprox)

Tabla 12 Longitud máxima del cantón

El tipo de anclaje y la ubicación de los puntos fijos a utilizar en función de la longitud del cantón de compensación mecánica son los siguientes:

LONGITUD DEL CANTÓN	TIPO DE ANCLAJES	UBICACIÓN PUNTO FIJO
$600 < C \leq 1200$ m	2 compensados	Punto medio del cantón
$C \leq 600$ m	1 compensado + 1 no compensado	Punto inicial del cantón

Tabla 13 Tipos de anclaje y punto fijo

Para cantones inferiores a 600 metros se compensará la catenaria en el sentido de circulación de los trenes.

Cuando la pendiente de la rasante de vía sea superior a 5‰, se instalará, únicamente en el lado más desfavorable, un latiguillo de punto fijo entre los hilos de contacto y el sustentador.

- Flecha de los hilos de contacto

La flecha de los hilos de contacto deberá tenerse en cuenta en el cálculo del pendolado.

Siendo “L” la longitud del vano expresada en metros, la flecha que deberán adoptar los hilos en el centro del vano, expresado en milímetros, se obtendrá como:

Flecha con hilos nuevos	$0,5 \times L$ (mm)
-------------------------	---------------------

Tabla 14 Cálculo de la flecha de los hilos de contacto

- Gálibo de postes

En vía general el gálibo de los postes, tomando como referencia la distancia mínima entre las caras enfrentadas del poste y del carril más próximo a él, se ajustará a los siguientes valores:

En recta o en exterior de curva	1,90 m
En interior de curva de $R > 300$ m	1,90 m
En interior de curva de $R < 300$ m	2,10 m

Tabla 15 Gálibo de poste a carril en vía general

Los valores anteriores corresponden a valores de replanteo, siendo las tolerancias de aceptación o rechazo, una vez instalado el poste, de +20 / -20 cm en recta o exterior de curva, y de +20 / -10 cm en interior de curva.

En estaciones, se podrá colocar postes en las entrevías solo en los siguientes casos, y seleccionando el tipo de poste de acuerdo con la siguiente tabla:

DISTANCIA ENTRE EJES DE VÍAS	TIPOS DE POSTES
D > 6,00 m	Cualquiera
6,00 > D ≥ 5,70 m	X y PG1
5,70 > D ≥ 5,20 m	Sólo PG1

Tabla 16 Tipos de poste a colocar en entrevías

La colocación de postes en andenes se realizará respetando el gálibo de 5 m, siempre y cuando el andén supere dicha dimensión.

En puntos singulares la colocación de los postes se realizará de acuerdo a lo dispuesto en la correspondiente Instrucción Técnica de Gálidos editada y actualizada.

- Seccionamientos

La distancia entre catenarias paralelas en seccionamientos será la siguiente:

Seccionamiento de lámina de aire	400 mm
Seccionamiento de cantón	250 mm

Tabla 17 Distancia entre catenarias en seccionamiento

Esta distancia, medida en horizontal, deberá mantenerse en todos los vanos del seccionamiento.

En general los seccionamientos podrán construirse de 3 vanos (sin eje) o con 4 vanos (con eje), variando los descentramientos según se trate de lámina de aire o de cantón, y dependiendo del radio de curva y del vano.

La elevación mínima en los semiejes será de 250 mm. En el caso de seccionamientos de 3 vanos, para que no se produzca un efecto tijera el vano mínimo será de 56 m. En el caso de seccionamientos de 4 vanos, la elevación podrá ser superior, debiendo ajustar el diseño de las ménsulas para evitar interferencias en los cruces.

- Agujas aéreas

Como criterio general, los tipos de agujas aéreas a utilizar serán los siguientes:

SITUACIÓN	TIPO DE AGUJA AÉREA
Vía general v ≥ 200 km/h + vía desviada / escape	Tangencial P-90
Vía general v ≤ 160 km/h + vía desviada / escape	Tangencial P-90 / Cruzada P-50
Vía general + vía de apartado	Tangencial P-90 / Cruzada P-50
Vía de apartado + vía de apartado	Cruzada P-50

Tabla 18 Agujas aéreas

Para las vías generales se emplearán preferentemente agujas aéreas de tipo tangencial P-90; no obstante, dependiendo del grado de utilización de los desvíos y de las características propias del diseño de la estación se podrán instalar también agujas cruzadas en el P-50.

Los parámetros de montaje de las agujas aéreas cumplirán lo especificado en la norma de ADIF NAE 115.

- Equipos de compensación mecánica

La tipología de equipos a utilizar para la compensación mecánica de los conductores será la siguiente:

Cielo abierto y zonas con gálibo suficiente	Poleas y contrapesos
Zonas con gálibo reducido o Andenes de estación	Tipo tensor-muelle

Tabla 19 Tipos de equipos de compensación

- Tensiones de regulación mecánica

Todos los valores de tense y peso admiten una tolerancia del 5%.

Para el sustentador:

Tipo de cable sustentador	185 mm ² - Cu ETP
Tense de montaje	2475 kgf (2428 daN)
Razón de regulación	1:3 / 1:5
Rendimiento min. de las poleas	0,95
Conj. de Contrapeso	495 / 825 kg

Tabla 20 Tense del sustentador

Para el hilo de contacto:

Tipo de cable sustentador	150mm ² - Cu Ag 0.1
Tense de montaje	2 x 1875 kgf (1839 daN)
Razón de regulación	1:5
Rendimiento min. de las poleas	0,95
Conj. de Contrapeso	750 kg

Tabla 21 Tense de los hilos de contacto

2.2.1.2.3. Criterios de aislamiento

Los criterios de aislamiento de la catenaria se indican en los apartados siguientes:

- Distancia de aislamiento entre partes en tensión de la Línea Aérea de Contacto y tierra o material rodante

Las distancias de aislamiento en el aire entre elementos de la L.A.C. en tensión y elementos a tierra será la correspondiente a 25kV según la norma UNE-EN 50119:2010, resumida en la siguiente tabla:

TIPO AISLAMIENTO	ESTÁTICA	DINÁMICA
Fase- Tierra	270 mm	150 mm
Fase- Fase (desfase 120°)	400 mm	230 mm
Fase- Fase (desfase 180°)	540 mm	300 mm

Tabla 22 Distancia de aislamiento en el aire para 25 Kv

La distancia de aislamiento estática es la que debe considerarse suponiendo que las partes en tensión y a tierra se encuentran en reposo.

La distancia de aislamiento dinámica es la que debe considerarse suponiendo que las partes en tensión y a tierra se encuentran en movimiento relativo entre sí, bien sea por efecto del viento o por el paso del tren.

La distancia de las partes conductoras del pantógrafo a cualquier estructura que no esté en tensión debe respetar la distancia de aislamiento estática en los aquellos puntos donde el vehículo pueda detenerse por razones de explotación.

Excepcionalmente, cuando en puntos singulares existan dificultades de replanteo para cumplir este requisito y además la instalación de la catenaria CA-220/3kV no esté vinculada a un plan de transformación inmediato a una catenaria CA-220/25kV, entonces se podrán adoptar distancias de aislamiento de 3kV c.c., es decir de 150mm en estático y 50 mm en dinámico.

- Aisladores

Si bien la catenaria CA220 está diseñada para su explotación en 3kV c.c, en aquellos proyectos donde esté prevista una futura transformación a un sistema de electrificación de corriente alterna podrán instalarse aisladores de 25 kV.

Los aisladores empleados en la catenaria serán para 25 kV y deberán superar los siguientes parámetros eléctricos:

Tensión nominal	25 kV
Línea de fuga	≥ 1.100 mm (*)
Tensión soportada a impulsos tipo rayo en seco	200 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia	95 kV

Tabla 23 Características eléctricas de aisladores

(*) Grado de contaminación PD4A y materiales de grupo II, según tabla A.7 de la norma UNE-EN 50124-1.

2.2.1.3. Protecciones

2.2.1.3.1. Pararrayos autovalvulares

Los pararrayos serán del tipo formado por autoválvulas de óxidos metálicos.

Se instalará al menos uno por cada vía cada 2 cantones (es decir cada 2,5 km aproximadamente). En zonas de especial incidencia de impactos por rayo, bien en cantidad o en la energía de los mismos, se instalará uno por cada cantón y vía. En general se instalarán en la proximidad de los puntos fijos, conectados, por un lado, al sustentador de catenaria o fíder de refuerzo cuando exista, y, por el otro, al cable de tierra y a la toma de tierra.

2.2.1.3.2. Cable de tierra

Se utilizará cable de tierra tipo LA110 o bien L110, según vanos y tenses, para unir todos los postes y herrajes de electrificación. Cada 3 km como máximo se realizará una bajada a una toma de tierra, y en zonas de especial incidencia de impactos por rayo se realizarán dos bajadas por cada cantón. En el caso de que los macizos de fundación dispongan de una pica de puesta a tierra, no será necesario realizar las bajadas a la toma de tierra.

Las conexiones entre el cable de tierra y los postes o herrajes se realizarán mediante grapas normalizadas tipo G36 o G39 respectivamente. Cuando existan bajadas desde la autoválvula se realizará el cruce con el cable de tierra con la grapa tipo G41.

Los cruces de cable de tierra se harán preferiblemente mediante un paso subterráneo con cable aislado de 0,6/1kV o mediante un paso aéreo con cable aislado de 6/10kV. El cable de tierra de catenaria deberá conectarse a la pletina de tierra del pozo de negativos de las Subestaciones de Tracción, o en su defecto a un poste del pórtico de fíderes. Cualquier cruce aéreo por encima de la catenaria deberá realizarse con cable aislado 6/10kV.

2.2.1.3.3. Toma de tierra

Como mínimo todos los pararrayos deben disponer de su correspondiente bajada con cable tipo L110 a una toma de tierra de 10 ohm, y adicionalmente cuando los macizos de fundación de postes no dispongan de pica de puesta a tierra, se instalarán bajadas del cable de tierra a una toma de tierra adicional. Las tomas de tierra serán independientes para cada una de las vías generales.

En caso de no disponer de datos suficientes, se realizará el correspondiente estudio geoelectrico para determinar la cantidad de picas necesarias en los pozos de tierra para obtener una resistencia inferior a 10 ohm, determinando incluso la necesidad de utilizar electrodos profundos.

2.2.1.3.4. Protecciones en pasos superiores o estructuras transitables

Se instalarán viseras o vallas de protección en las estructuras situadas por encima de la catenaria y próximas a ella (pasos superiores, puentes, etc.) según indicaciones de la norma UNE-EN 50122-1, punto 5.3.

2.2.1.3.5. Dispositivos limitadores de tensión

Todas las estructuras metálicas que se encuentren dentro de la zona de pantógrafo o zona de catenaria deberán estar protegidas conforme a los requisitos de la norma UNE-EN 50122-1.

Todas las estructuras metálicas estarán conectadas equipotencialmente entre sí y conectadas al cable de tierra de catenaria.

Las marquesinas, y en general cualquier estructura que por avería en catenaria pueda ponerse en tensión, deberá disponer de un "dispositivo limitador de tensión" conectado al carril de retorno.

2.2.1.3.6. Señales

En caso necesario se utilizarán las señales indicadoras para la tracción eléctrica del Reglamento de Circulación Ferroviaria.

2.2.1.3.7. Protecciones de seguridad en postes

En los postes situados en los andenes de estaciones y en zonas frecuentadas por personas o en aquellos postes que se evidencia un elevado riesgo de electrocución, se instalarán protecciones de seguridad antiescalada, señales indicadoras de tensión en catenaria y señales de advertencia de peligro de muerte.

2.2.2. Características de las subestaciones de tracción de corriente continua

A continuación, se describen las características de las subestaciones de tracción de corriente continua en 3kV. En el momento que se realice el cambio de tensión de alimentación a la catenaria a 25kV se deberá considerar el nuevo sistema de alimentación, incorporando las actuaciones necesarias en el sistema de electrificación para proceder a la transformación de tensión.

EDIFICIO DE LA SUBESTACIÓN

En el diseño del edificio de la subestación, de forma general, se compondrá de pórticos de pilares y dinteles con cubierta a dos aguas. El interior se dividirá en ocho recintos:

- Recintos de grupo transformador-rectificador.
- Recinto general de la subestación.
- Recinto de transformador de servicios auxiliares.
- Almacén
- Recinto para señales
- Recinto de la Dirección de Protección y Seguridad
- Recinto de PLO.

EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO DE POTENCIA Y AUXILARES DE MANDO Y CONTROL

Los equipos que se incluirán en dicha subestación serán los siguientes:

- Cabinas aisladas en gas SF6 de 36kV, distinguiéndose en:
 - Entradas de línea de compañía. Cabina para acometida de línea, cabina de protección de llegada de línea, cabina de medida de energía, remonte de barra.
 - Salidas de línea.
 - Protección de la subestación de tracción. Cabina de salida del conjunto de protección de líneas, cabinas de protección de la subestación de llegada de líneas.
 - Cabinas de protección de grupo transformadores-rectificadores.
 - Cabina de protección de transformador de servicios auxiliares.
 - Cabina de acometida de subestación móvil.
- Grupos de transformadores rectificadores.

- Bobinas de alisamiento y filtros de armónicos.
- Transformador de Servicios auxiliares.
- Cabinas metálicas prefabricadas aisladas al aire de corriente continua de 3,6kV.
- Filtro de 50Hz.
- Autoválvulas de corriente continua.
- Cabinas de señales.
- Pórtico de salida de feeders, equipado.
- Cuadros de mando, control y servicios auxiliares.
- Armario de protecciones.
- Armario de telemando de la subestación.
- Cuadro de distribución y protección en Baja tensión de servicios auxiliares.
- Equipos de medida
- Sistema de red de tierras, masas y armario de negativos.
- Conexión de feeder y circuito de retorno.
- Armario de telemando de seccionadores de punta de feeder y puenteo de zonas neutras.
- Equipo de telefonía y comunicaciones.
- Sistemas de control de accesos y antiintrusión.

APÉNDICE 1. LOCALIZACIÓN DE LAS SUBESTACIONES Y ACOMETIDAS



PLOT 04/03/2022
 ANTOJ5 18/01/2022 AN_09 AP_01-1_AH-1.2-SE-Castejon.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: CASTEJÓN - LOGROÑO

AUTOR

 EVA GALLEGU DE LA FUENTE

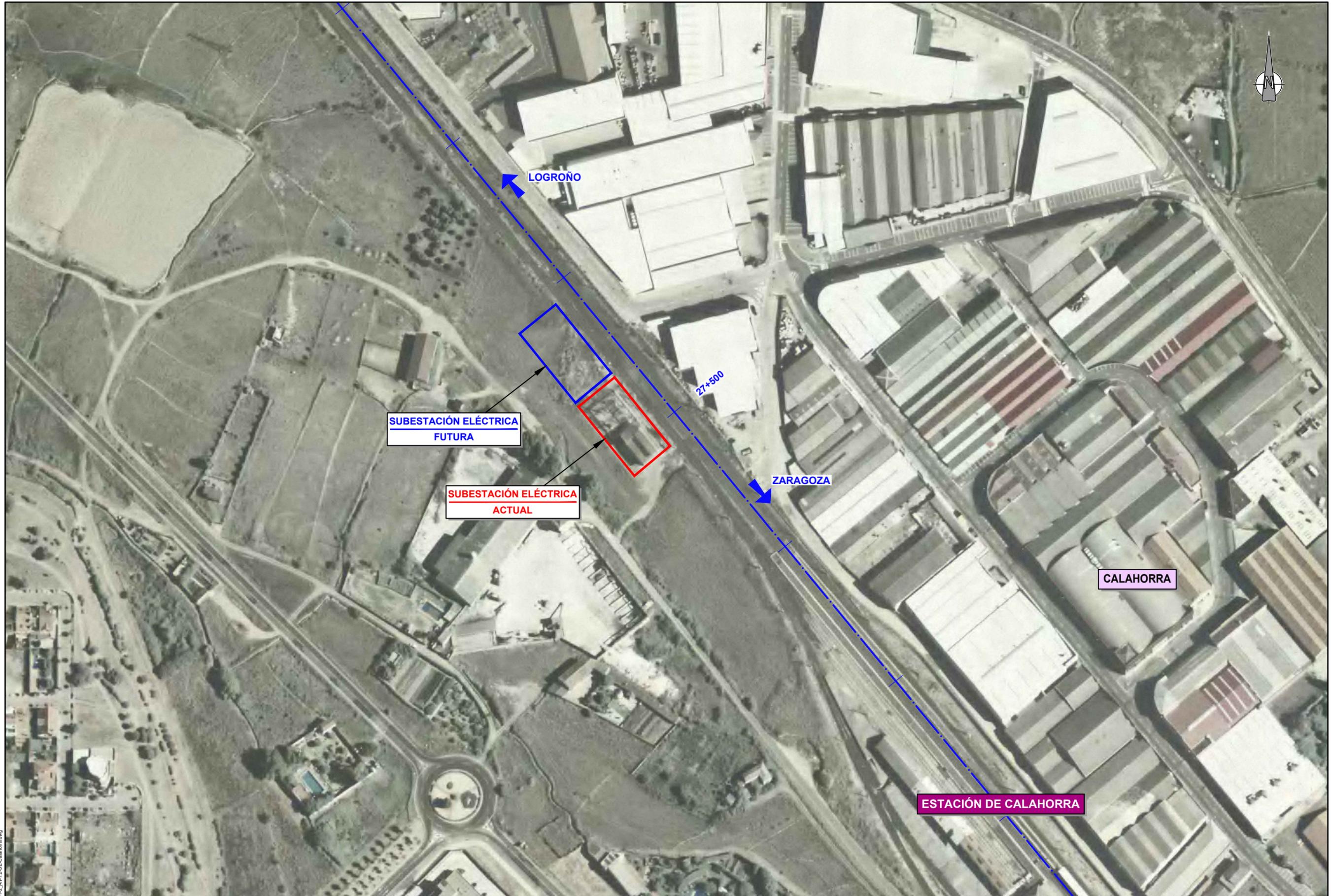
ESCALA
 1 : 1.000

 ORIGINAL A-1 GRÁFICA

FECHA
MARZO 2022

Nº DE PLANO
AN.9 AP.1.1
Nº DE HOJA
 HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ALTERNATIVA 1.2 CASTEJÓN



PLOT 04/03/2022
 ANTOJ5 18/01/2022 AN_09 AP_01-2 AN-1.2-SE-Calahorra.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE
 TRANSPORTES, MOVILIDAD Y
 AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL
 DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE
 DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE
 LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR
 CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO
 DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: CASTEJÓN - LOGROÑO

AUTOR

 EVA GALLEGO DE LA FUENTE

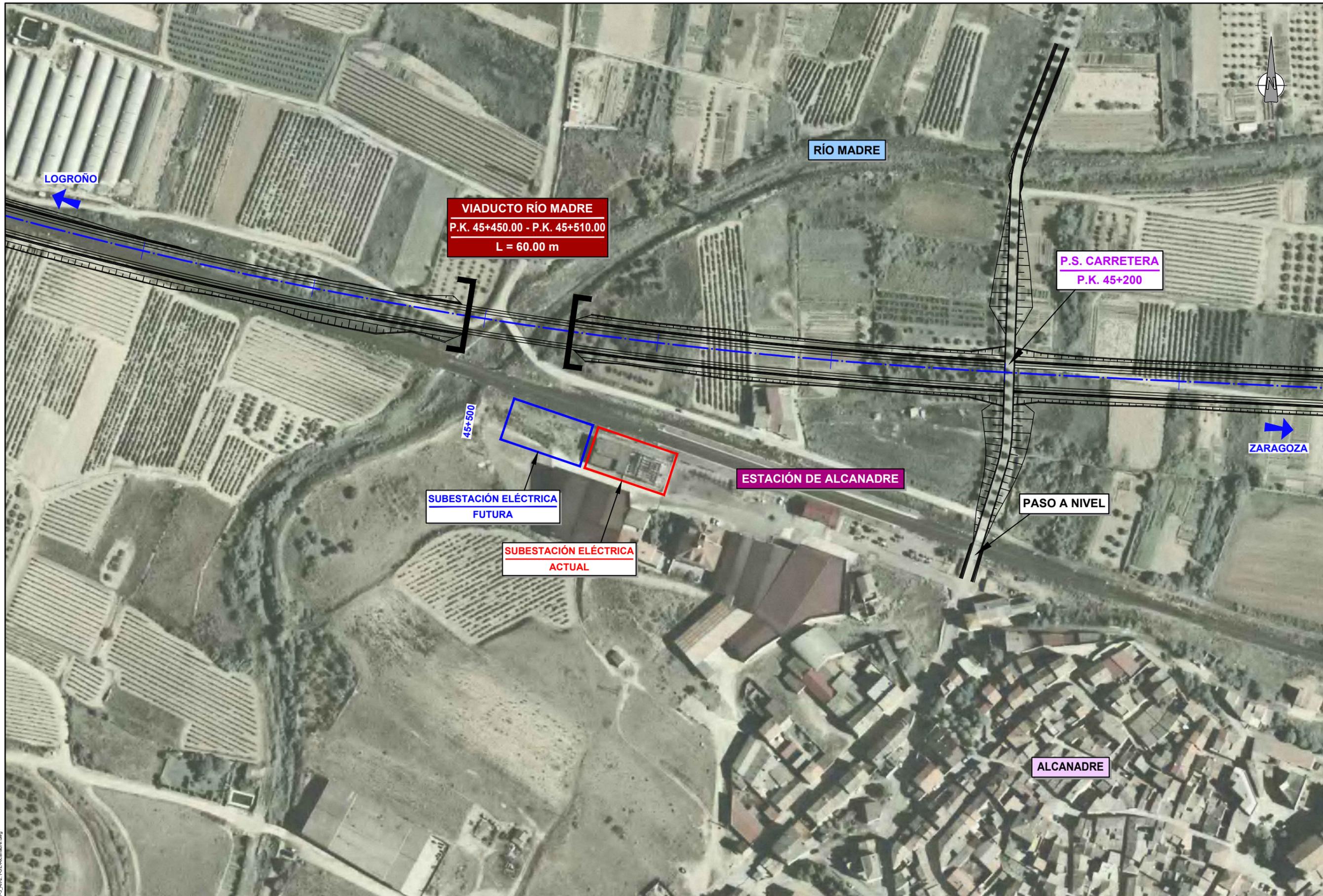
ESCALA
 1 : 1.000

 ORIGINAL A-1
 GRÁFICA

FECHA
**MARZO
 2022**

Nº DE PLANO
**AN.9
 AP.1.2**
Nº DE HOJA
 HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO
**SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
 ALTERNATIVA 1.2
 CALAHORRA**



PLOT 04/03/2022
 ANTOJUS 20/01/2022 AN_09_AP.01-3_AN2_1-SE-Alcanadre.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: CASTEJÓN - LOGROÑO

AUTOR


 EVA GALLEGO DE LA FUENTE

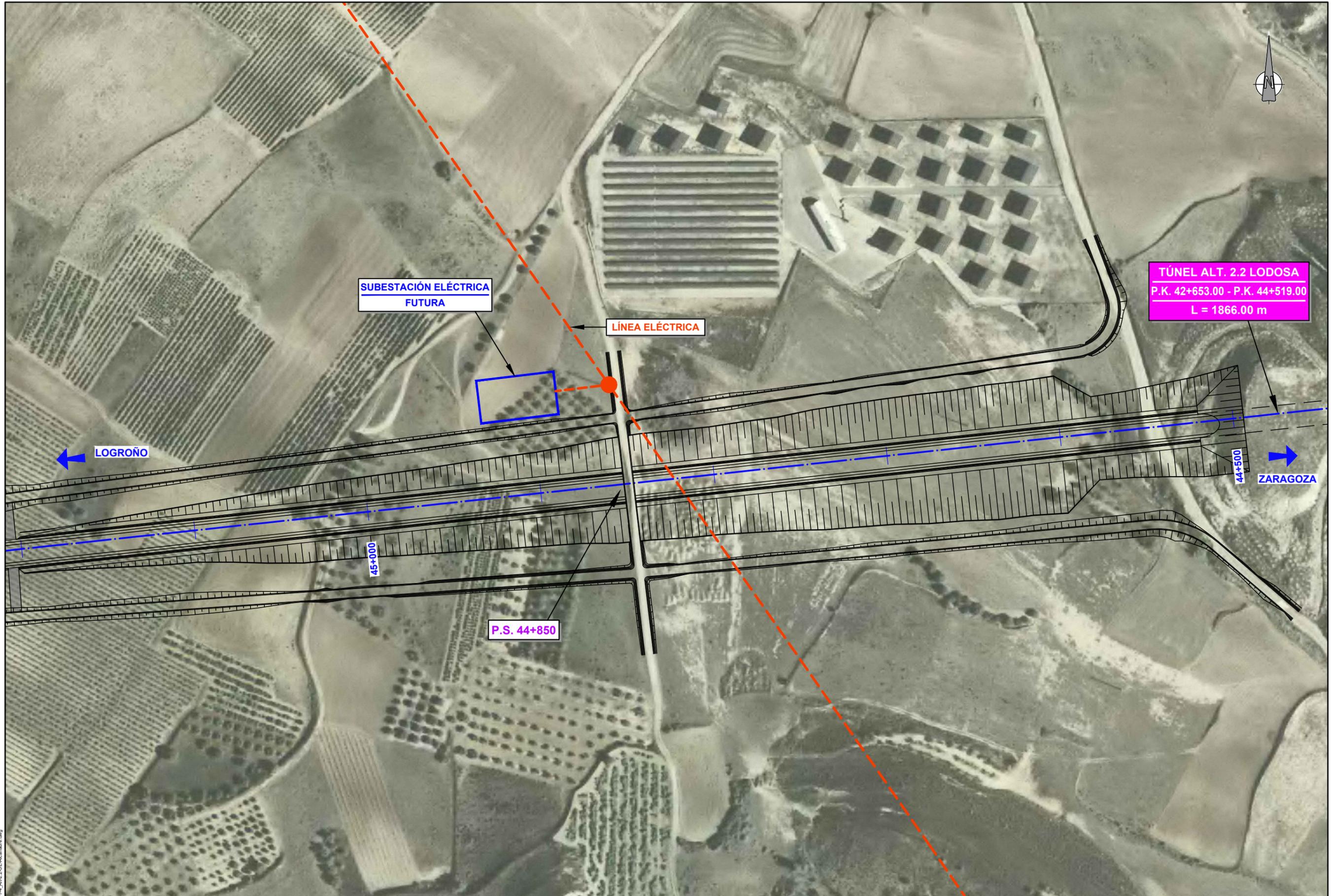
ESCALA
 1:1.000

 ORIGINAL A-1 GRÁFICA

FECHA
MARZO 2022

Nº DE PLANO
AN.9 AP.1.3
Nº DE HOJA
 HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ALTERNATIVA 2.1 ALCANADRE



PLOT 04/03/2022
 ANTOJ5 20/01/2022 AN_09_AP.01-4_AN.2.2-SE-Alcanadre.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: CASTEJÓN - LOGROÑO

AUTOR

 EVA GALLEGU DE LA FUENTE

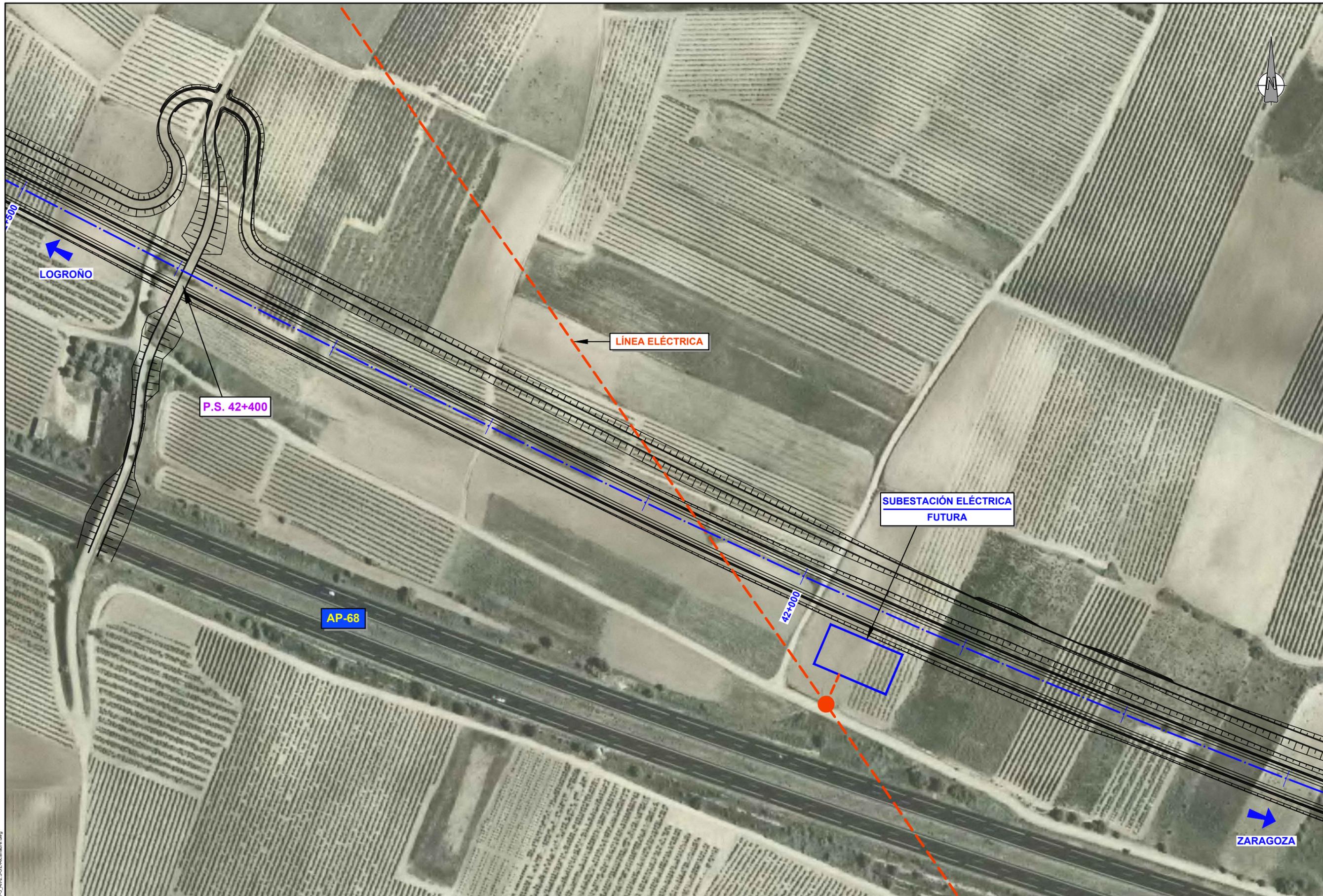
ESCALA
 1 : 1.000

 ORIGINAL A-1 GRÁFICA

FECHA
MARZO 2022

Nº DE PLANO
AN.9 AP.1.4
Nº DE HOJA
 HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ALTERNATIVA 2.2 ALCANADRE



PLOT 04/03/2022
 ANTOJ5 20/01/2022 AN_09_AP.01-5_AN-2.3-SE-Alcanadre.dwg

	GOBIERNO DE ESPAÑA
	MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: CASTEJÓN - LOGROÑO

AUTOR

 EVA GALLEGU DE LA FUENTE

ESCALA
 1 : 1.000

 ORIGINAL A-1 GRÁFICA

FECHA
 MARZO 2022

Nº DE PLANO
 AN.9 AP.1.5
Nº DE HOJA
 HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO
 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ALTERNATIVA 2.3 ALCANADRE



PLOT: 04/03/2022
 ANTOUS 20/01/2022 AN_09_AP.01-16_AN-3_1-SE-Logroño.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE
 TRANSPORTES, MOVILIDAD Y
 AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL
 DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE
 DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE
 LA RED FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR
 CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO
 DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: CASTEJÓN - LOGROÑO

AUTOR

EVA GALLEGU DE LA FUENTE

ESCALA

1 : 1.000

ORIGINAL A-1

GRÁFICA

FECHA

**MARZO
2022**

Nº DE PLANO

**AN.9
AP.1.6**

Nº DE HOJA

HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO

**SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ALTERNATIVAS 3.1 y 3.2
LOGROÑO**