

ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS RENOVABLES, S.L.



ANEXO AL PROYECTO:

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
132/30 KV
“SAN ISIDRO”
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE ALMUDÉVAR.
(PROVINCIA DE HUESCA)**



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTJLITGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

MARZO 2021

BBA₁

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO I	MEMORIA
DOCUMENTO II.....	ANEJOS
DOCUMENTO III.....	PLANOS



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.a-v/Isidro.nreVValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXX4WE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS RENOVABLES, S.L.



ANEXO AL PROYECTO:

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
132/30 KV
“SAN ISIDRO”
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE ALMUDÉVAR.
(PROVINCIA DE HUESCA)**

**DOCUMENTO I
MEMORIA**



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cotitaraigon.a-v/visado.nvel/validarCSV.aspx?CSV=RJTLTGUXXXWE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

BBA₁

ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETO DEL ANEXO	3
3. PETICIONARIO	3
4. PRESCRIPCIONES OFICIALES.....	3
5. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	5
6. CONDICIONES AMBIENTALES	6
7. TRANSFORMADOR DE POTENCIA	7
CAPITULO II: CONCLUSIONES	10



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.a-v/Isidro.nve/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXX4WE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

CAPITULO I: GENERALIDADES

1. ANTECEDENTES

La instalación de un parque eólico reporta importantes beneficios socioeconómicos para el municipio y entorno donde se emplaza, contribuyendo a la diversificación de la economía local.

La tramitación del Parque Eólico San Isidro se inicia a través de la solicitud de priorización de 48MW de potencia en el concurso para la priorización de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la eólica en la zona eléctrica denominada "A" (Decreto 124/2010 de 22 de junio del Gobierno de Aragón) a nombre de la entidad CONAIRE. Dicha solicitud no fue estimada, por lo tanto, la tramitación administrativa queda paralizada.

La situación cambia con la publicación del Decreto Ley 2/2016, de 30 de agosto, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010 de 22 de junio y el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica en Aragón, en el cual el parque eólico San Isidro se encuentra incluido dentro del Anexo II, con una potencia de 48 MW, a nombre de la entidad CONAIRE.

El Parque Eólico SAN ISIDRO de 48MW inicia su tramitación a través de la mercantil ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGETICAS RENOVABLES S.L. perteneciente al Grupo REPSOL, S.A., tras la preceptiva solicitud de transmisión de titularidad ante la Dirección General de Energía y Minas del Gobierno de Aragón.

En base a lo anterior, desde la entidad ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGETICAS RENOVABLES, S.L., el Grupo REPSOL proyecta promocionar el Parque Eólico SAN ISIDRO, de 48MW en el T.M. de Almudévar.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA211706 http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4
29/3 2021
Habilitación Coleg: 4851 Profesional VALINO COLAS, CARLOS

En cuanto a la regulación en la que se enmarcan, el presente proyecto de parque eólico corresponde que sea tramitado conforme a la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, el R.D. 1955/2000 y el Decreto-Ley 2/2016, de 30 de agosto, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010, de 22 de junio, y el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Necesario al propio parque son las infraestructuras energéticas asociadas para la evacuación de la energía generada, por ello se desarrolla el presente proyecto.

El proyecto inicial de SET SAN ISIDRO redactado por el colegiado Carlos Valiño Colás, con número de habilitación 4851, es visado el día 17/01/2017, por el Colegio Oficial de Graduados en la Ingeniería de la rama Industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón, con el nº de visado VIZA170303.

Posteriormente se redacta proyecto modificado, por el colegiado Carlos Valiño Colás, con número de habilitación 4851, a causa de las modificaciones a realizar sobre la Subestación SAN ISIDRO debido a su cambio de ubicación, que es visado el día 18/12/2020 por el Colegio Oficial de Graduados en la Ingeniería de la rama Industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón, con el nº de visado VIZA207586.

Se redacta el presente anexo al proyecto con la finalidad de reflejar el cambio de potencia del transformador a instalar en la Subestación Transformadora "SAN ISIDRO"



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitiaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALIÑO COLÁS, CARLOS

2. OBJETO DEL ANEXO

El objeto del presente anexo, es reflejar las siguientes modificaciones a realizar sobre la Subestación Transformadora "SAN ISIDRO":

- Se cambia el transformador proyectado por uno de potencias: 38/50 MVA ONAN/ONAF y relación de transformación 132/32 kV.

3. PETICIONARIO

El presente proyecto de Subestación Eléctrica 132/30 kV "San Isidro" se realiza a petición de la empresa ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS RENOVABLES, S.L., con CIF: B-99377665 y domicilio a efectos de comunicaciones en C/ General Lacy, 23, 28045, Madrid, perteneciente al Grupo REPSOL, S.A.

4. PRESCRIPCIONES OFICIALES

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

- ✓ Reglamento 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. (BOE 09.06.14)
- ✓ Reglamento Electrotécnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como las Ampliaciones y Modificaciones de sus Instrucciones Complementarias.
- ✓ Normalización Nacional (Normas UNE).
- ✓ Recomendaciones UNESA.
- ✓ Ley del Sector Eléctrico 24/2013 de 26 de diciembre de 2013.
- ✓ 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 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento Unificado de Puntos De Medida en el Sistema Eléctrico.
- ✓ Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio del Ministerio de Fomento sobre la Instrucción EHE-08 de hormigón estructural.
- ✓ Decreto Ley de 2/2016, de 30 de agosto, del Gobierno de Aragón, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010 de 22 de junio.
- ✓ Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. B.O.E. núm. 303 de 3 de 17 de diciembre.
- ✓ Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ✓ UNE-EN 60694. Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.



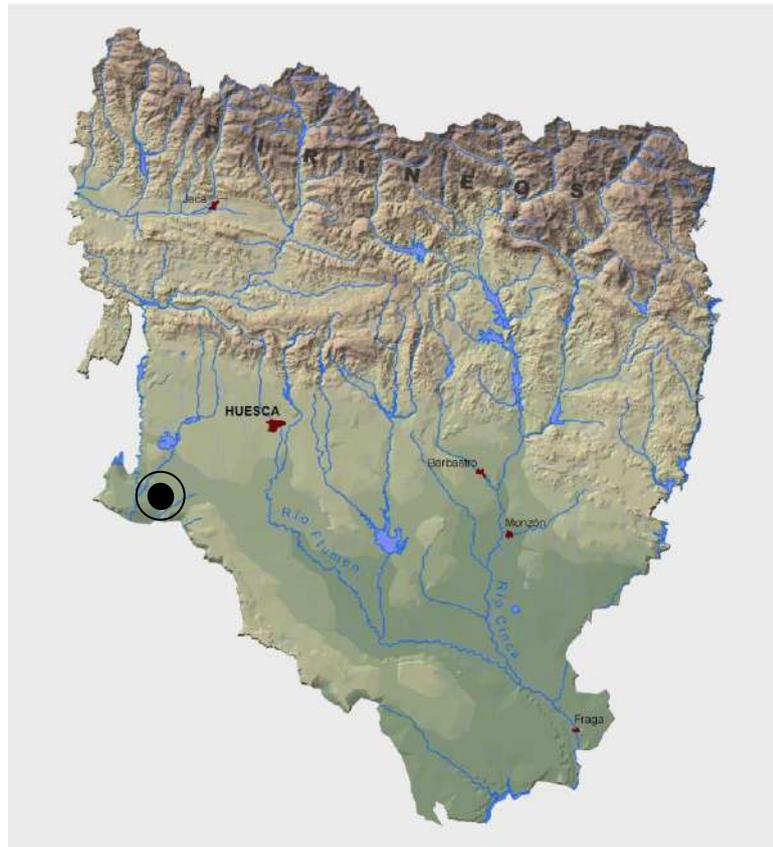
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nivel/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

5. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La subestación "SAN ISIDRO" se localiza en el paraje Valduesa, provincia de Huesca, del término municipal de Almudévar, concretamente en el polígono 23, parcela, subparcela 31ab.



La posición de la subestación y el camino para acceso a la misma se puede ver en el Plano de Ubicación de la Subestación incluido en el documento "Planos".

Concretamente, la subestación se construirá sobre una plataforma rectangular cuyos vértices, según se observa en el documento de planos, se situarán en los puntos definidos por las siguientes coordenadas:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTG0XX4WE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO30		
Esquina	X (m)	Y (m)
01	704.626	4.663.475
02	704.616	4.663.488
03	704.596	4.663.472
04	704.585	4.663.487
05	704.640	4.663.529
06	704.661	4.663.502

La explanada para albergar las instalaciones de la Subestación San Isidro, posee una superficie de 2.347 m², en el interior de la cual se instalará el parque de 132kV, el edificio de control, la caseta de residuos, el depósito de agua y la caseta de grupo de presión.

6. CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales a considerar para el diseño de la apartamenta de la subestación eléctrica objeto del presente anexo son las siguientes:

Instalación Exterior
Clase de servicio Continuo
Altitud 560 m.s.n.m.
Temperatura ambiente (Máx / mín) 40°C / -12°C
Velocidad máxima del viento 120 km/h



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nivelValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXWEE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

7. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se modifica el transformador de potencia inicialmente previsto para aumentar la tensión de entrada de 30KV a una tensión de salida de 132 kV por un transformador de potencia nominal 38/50 MVA ONAN/ONAF. Este transformador será de baño de aceite y estará preparado para un servicio en intemperie.

El nuevo transformador tendrá las siguientes características:

Número de fases	3
Frecuencia	50 Hz
Potencia nominal:	38/50 MVA
Tensión de cortocircuito:	12,5%
Altitud sobre el nivel del mar	< 1000 m
Tipo	En baño de aceite mineral
Tensión primaria	132.000 V
Regulación lado AT	En carga, + - 10 x 1,5%
Tensión secundaria	30.000 V
Número mínimo de tomas	10+3+10
Servicio	Continuo
Instalación	Intemperie
Grupo de conexión	Ynd11
Temperatura ambiente (Máx / mín)	40°C / -12°C

Adicionalmente, el transformador de potencia estará construido con:

- ✓ La cuba será lisa, de chapa de acero de bajo porcentaje de carbono, adecuada para soldarse, y reforzada con perfiles de acero. La cuba debe formar un cuerpo único, no subdivisible, al cual se atornillará la tapa
- ✓ Los radiadores podrán ir separados o no de la cuba. En el caso de ir adosados a la cuba, no superarán la altura de la tapa.
- ✓ Arrollamientos de cobre electrolítico concéntricos e



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cotitaraigon.a-v/visado.nuevoValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

independientes, exentos de impurezas y, en cuanto sea posible, sin soldaduras.

- ✓ Circuito magnético constituido por tres columnas. La construcción del núcleo reducirá al mínimo las corrientes parásitas. Se fabricará mediante chapas de acero al silicio de grano orientado, laminadas en frío, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad magnética.
- ✓ Circuito magnético puesto a tierra mediante conexiones de cobre, a través de la cuba.

Además, deberá incorporar los siguientes accesorios:

- ✓ Regulador en carga MR telemandable y telecontrolable, con posición manual y automática y posibilidad de subir y bajar tomas por telecontrol y poder saber en que toma se encuentra de forma remota.
- ✓ Depósito de expansión de transformador.
- ✓ Depósito de expansión de cambiador de tomas.
- ✓ Desecadores de aire.
- ✓ Válvula de sobrepresión.
- ✓ Relé Buchholz.
- ✓ Relé Buchholz de cambiador de tomas.
- ✓ Dispositivo de recogida de gases.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Termostato.
- ✓ Cambiador de tomas en primario en carga de 23 escalones.
- ✓ Placas de toma de tierra bimetálicas.
- ✓ Ruedas orientables en las dos direcciones principales.
- ✓ Soporte para apoyo de gatos hidráulicos.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA211706 http://cotitaraigon.a-v/Isidro.nve/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLTGUXXXWE3N4
29/3 2021
Habilitación Coleg: 4851 Profesional VALINO COLAS, CARLOS

- ✓ Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte.
- ✓ Sonda de medida de temperatura tipo PT-100.
- ✓ Caja de conexiones.
- ✓ Placa de características de acero inoxidable, grabada en bajorrelieve con los datos principales del transformador, así como un esquema de conexiones.

Bancada de transformadores

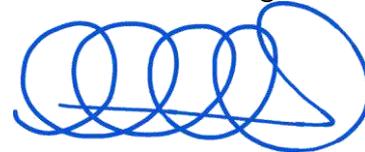
El transformador de potencia se dispondrá sobre bancadas de hormigón armado. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina y recoger el aceite de posibles fugas.

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA211706 http://cotitaraigon.a-v/Isidro.nre/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXKWE3N4
29/3 2021
Habilitación Coleg: 4851 Profesional VALINO COLAS, CARLOS

CAPITULO II: CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente expuesto y con los anejos y planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la modificación de la Subestación Eléctrica 132/30 kV "San Isidro" a realizar, para la solicitud de las autorizaciones previstas en la legislación vigente.

Zaragoza, marzo de 2021
El Ingeniero Técnico Industrial
al servicio de la empresa
BBA1 International Engineering



Carlos Valiño Colás
Colegiado nº 4851 COITIAR



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://coitiaragon.es/Visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXX4WEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALIÑO COLÁS, CARLOS

ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS RENOVABLES, S.L.



ANEXO AL PROYECTO:

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
132/30 KV
“SAN ISIDRO”
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE ALMUDÉVAR.
(PROVINCIA DE HUESCA)**

**DOCUMENTO II
ANEJOS**



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nuevoValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

BBA₁

ÍNDICE

CAPITULO I: CÁLCULO CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	1
1. GENERALIDADES.....	1
2. ESQUEMA UNIFILAR	1
3. CÁLCULO DE VALORES POR UNIDAD	2
3.1. Reactancia de línea 132kV.....	3
3.2. Reactancia de transformadores.....	3
3.3. Esquema de impedancias	5
3.4. Corrientes de cortocircuito	7
CAPITULO II: TRANSFORMADOR DE POTENCIA	9
1. INTENSIDAD EN LADO DE ALTA TENSIÓN.....	9
2. INTENSIDAD EN LADO DE MEDIA TENSIÓN	9
CAPITULO III: DIMENSIONADO DE CONDUCTORES	11
1. CONDUCTOR DEL LADO DE ALTA TENSIÓN.....	11
2. CONDUCTOR DEL LADO DE MEDIA TENSIÓN.....	15
2.1. Media tensión 30KV	15



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXWEE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

CAPITULO I: CÁLCULO CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

1. GENERALIDADES

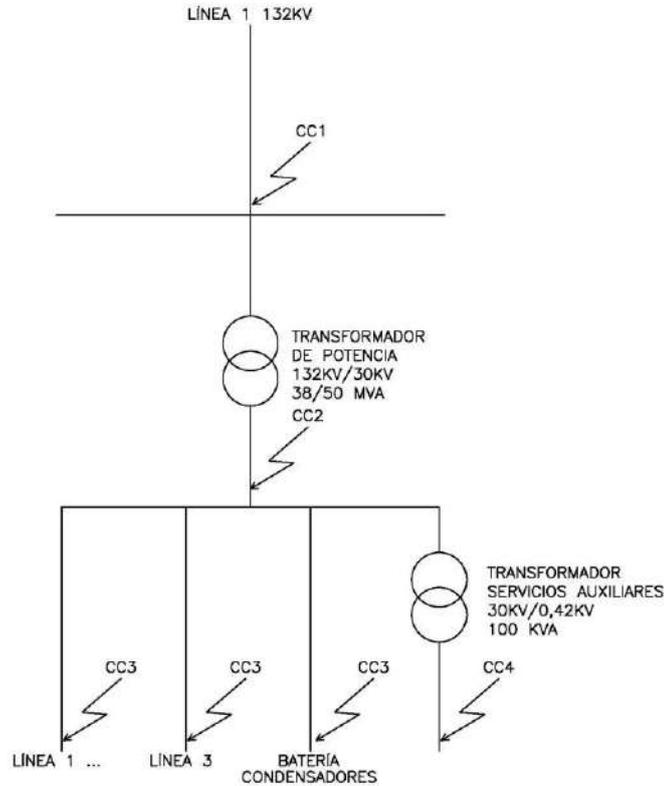
Con el cálculo de las corrientes de cortocircuito obtendremos las corrientes que deberán soportar las protecciones a instalar en la subestación y por lo tanto la potencia de ruptura de los interruptores y de los demás equipos a instalar.

En los cálculos consideraremos únicamente el cortocircuito trifásico al ser el más desfavorable y despreciando la corriente absorbida por las cargas frente a la producida por el propio cortocircuito.

2. ESQUEMA UNIFILAR

El esquema unifilar simplificado de la subestación, con la indicación de las tensiones, potencias de los transformadores y la ubicación de los posibles puntos de cortocircuito es el siguiente:

 COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN VISADO : VIZA211706 http://cogitaragon.a-v/Isidro.nvel/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLTGUXXX4WE3N4
29/3 2021
Habilitación Coleg: 4851 Profesional VALINO COLAS, CARLOS



3. CÁLCULO DE VALORES POR UNIDAD

Al tener en la instalación tres niveles de tensión diferentes (132KV, 30KV, 400V) podemos simplificar el cálculo mediante el método por unidad, con la ventaja de que la impedancia del transformador será la misma en el primario y en el secundario independientemente del tipo de conexión.

Para este método debemos especificar inicialmente un valor de potencia de referencia arbitrario

$$P_{ref} = 10MVA$$

- **Transformadores de potencia**

El transformador escogido presenta una reactancia de cortocircuito de 12,5%, por lo tanto:

Trafo:

$$X = 0,125 \frac{10}{50} = 0,025 p.u.$$

- **Transformador de servicios auxiliares**

El transformador escogido presenta una reactancia de cortocircuito de 4,5%, por lo tanto:

$$X = 0,045 \frac{10}{0,1} = 4,5 p.u.$$

	Potencias MVA	Pot. referencia MVA	Valor p.u. Por unidad
Línea de 132 kV	S _{cc} = 2.000	10	j0,005
Transformador de potencia	S _n =50	10	j0,025
Transformador servicios auxiliares	S _n =0,1	10	J4,5



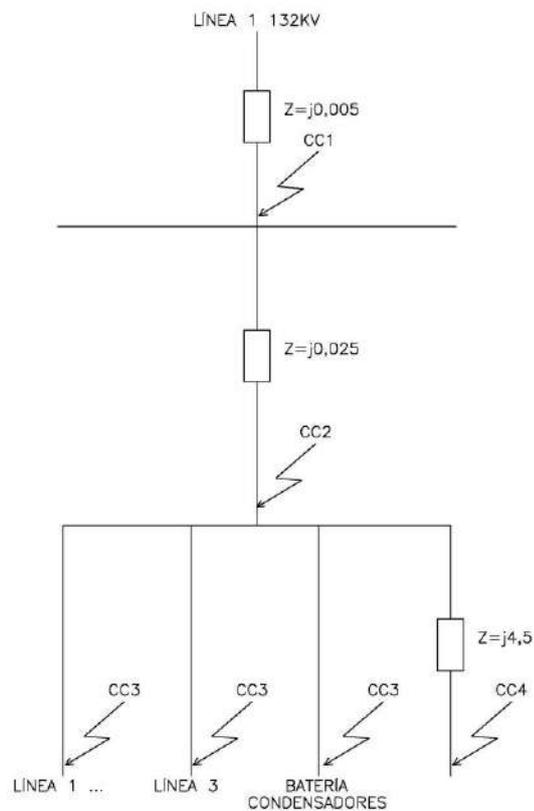
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nivelValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

3.3. Esquema de impedancias

Sustituyendo cada elemento por su impedancia de cortocircuito obtendremos las impedancias de cortocircuito en cada uno de los puntos de interés.



- **Cortocircuito en el punto CC1**

Punto correspondiente a la reactancia equivalente de la línea, donde su valor p.u. calculado anteriormente corresponde a:

$$X_1 = j0,005 \text{ p.u.}$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

- **Cortocircuito en el punto CC2**

Corresponde a la reactancia equivalente de la línea de 132KV y el transformador de potencia conectados en serie, por lo que su reactancia equivalente corresponde a:

$$X_2 = j0,005 + j0,025p.u. = j0,03p.u.$$

- **Cortocircuito en el punto CC3**

Corresponde a la reactancia equivalente de la línea de 132KV y el transformador de potencia conectados en serie, por lo que su reactancia equivalente corresponde a:

$$X_3 = j0,005 + j0,025p.u. = j0,03p.u.$$

- **Cortocircuito en el punto CC4**

Corresponde a la reactancia equivalente de la línea de 132KV, el transformador de potencia y el transformador de servicios auxiliares conectados en serie, por lo que su reactancia equivalente corresponde a:

$$X_4 = j0,005 + j0,025 + j4,5 = j4,53p.u.$$

En la siguiente tabla se reflejan los valores calculados:

Puntos de cortocircuito	Valores equivalentes de reactancias p.u.
CC1	0,005
CC2	0,03
CC3	0,03
CC4	4,53



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

3.4. Corrientes de cortocircuito

A partir de los valores calculados de reactancias por unidad calculamos las potencias de cortocircuito en cada uno de los puntos anteriores mediante la siguiente fórmula:

$$S_{cc} = \frac{P_{ref}}{X_{eq}}$$

Donde:

S_{cc} Potencia de cortocircuito en MVA

P_{ref} Potencia de referencia en MVA

X_{eq} Reactancia equivalente por unidad (p.u.)

En la siguiente tabla se muestran los puntos de cortocircuito con sus respectivas potencias de cortocircuito.

Puntos de cortocircuito	Valores equivalentes de reactancias p.u.	Potencias de cortocircuito MVA
CC1	0,005	2.000
CC2	0,03	333,33
CC3	0,03	333,33
CC4	4,5	2,22

Para realizar el cálculo de los valores permanentes de la corriente de cortocircuito emplearemos la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U_n \sqrt{3}}$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validadorCSV.aspx?CSV=RJTLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

Donde:

I_{CC} Corriente eficaz de cortocircuito en KA

S_{CC} Potencia de cortocircuito en MVA

U_n Tensión nominal en KV

En la siguiente tabla se muestran los puntos de cortocircuito con sus respectivas corrientes de cortocircuito.

Puntos de cortocircuito	Potencias de cortocircuito MVA	Tensión nominal KV	Corriente permanente de cortocircuito KA
CC1	2.000	132	8,75
CC2	333,33	30	6,41
CC3	333,33	30	6,41
CC4	2,22	0,4	3,20



CAPITULO II: TRANSFORMADOR DE POTENCIA

1. INTENSIDAD EN LADO DE ALTA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

U_p = Tensión compuesta primaria en kV

I_p = Intensidad primaria en A

Trafo:

$$I_p = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 132} = 218,69 A$$

2. INTENSIDAD EN LADO DE MEDIA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3}U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

U_p = Tensión compuesta secundaria en kV

I_s = Intensidad secundaria en A.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validadorCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

Trafo:

$$I_s = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 962,25A$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

CAPITULO III: DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

1. CONDUCTOR DEL LADO DE ALTA TENSIÓN

Se trata de justificar que la elección del conductor LA-380, supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a capacidad de transporte y a intensidad de cortocircuito. Se considera la potencia a transportar como la nominal del transformador.

- **Datos Eléctricos de la instalación**

Potencia máxima a transportar: S = 50 MVA

Tensión nominal: U = 132 kV

Frecuencia: 50 Hz

Factor de potencia: $\cos \alpha = 0,9$

- **Características del conductor LA-380**

Designación UNE: LA-380

Sección total: 381 mm²

Diámetro total: 25,38 mm

Composición (Nº de alambres Al/Ac): 54+7

Peso del conductor: 1,275 Kg/m

Carga de rotura: 10.870 daN

Modulo elástico: 7.000 daN/mm²

Coefficiente de dilatación lineal: $19,3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resistencia eléctrica a 20º C: 0,086 ohm/Km

Intensidad admisible: 730 A

- **Densidad de Corriente Admisible**

La intensidad máxima en el conductor se calcula:



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLTGUXXXWE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

$$I_p = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 132} = 218,69 A$$

Dada la sección del conductor, se tiene una densidad máxima de corriente en el mismo de:

$$\delta = \frac{218,69}{381} = 0,573 A/mm^2$$

Según el Art. 22 del Reglamento de Línea Eléctricas de Alta Tensión, el conductor LA-380 admite una densidad de corriente:

$$\delta_{ADM} = 1,84 A/mm^2 > 0,573 A/mm^2$$

Asimismo, se tiene que la potencia máxima a transportar por el conductor LA-380, será:

$$S_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} = \sqrt{3} \cdot 132 \cdot 730 = 166.900,41 KVA \geq 50.000 KVA$$

• Corriente de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito admisible por el conductor LA-380 emplearemos la fórmula siguiente:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

K Coeficiente dependiente del tipo de conductor. Para el aluminio 93

S Sección del conductor en mm²

t Duración del cortocircuito en segundos (1 seg)

I_{cc} Intensidad de cortocircuito



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

$$I_{CC} = \frac{93 \cdot 381}{\sqrt{1}} = 35,43kA > 8,75kA(\text{calculado})$$

- **Efecto corona**

Cuando la intensidad de campo eléctrico supera la rigidez eléctrica del aire, se produce la ionización del mismo y la aparición de ciertos fenómenos que se recogen bajo el nombre de efecto corona.

Los factores que repercuten en el efecto corona son principalmente:

- Condiciones atmosféricas. El tiempo lluvioso facilita la aparición.
- Estado de la superficie del conductor. Una superficie rugosa, rozada, etc., del conductor trae consigo mayores pérdidas por efecto corona.

El valor de la tensión simple o de fase para la cual comienzan las pérdidas a través del aire, se llama "Tensión crítica disruptiva", y su valor viene dado por la expresión de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{D}{r}$$

U_c = Tensión simple crítica eficaz en kV

m_c = Coef. de rugosidad del conductor = 0,85

δ = Factor de corrección del aire

h = Presión barométrica en cm de columna de mercurio

θ = Temperatura media en grados del punto que se considere

m_t = Coef. que tiene en cuenta el tiempo atmosférico



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/visado.nsf/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

$mt = 1$ para tiempo seco

$mt = 0,85$ para tiempo lluvioso

$r =$ radio del conductor en cm = 1,269 cm

$n = n^\circ$ de conductores del haz en cada fase = 1

$D =$ distancia media entre fases en cm. = 314,98 cm

Suponiendo una altura media de $y=500$ metros sobre el nivel del mar hallaremos la presión barométrica correspondiente mediante la fórmula de HALLEY:

$$\log H = \log 76 - \frac{y}{18336} \rightarrow H = 71,37 \text{ cm}$$

Suponiendo una temperatura media de 15 °C, se tendrá:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot 71,37}{273 + 15} = 0,972$$

La tensión crítica disruptiva para buen tiempo será:

$$U_c = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 0,972 \cdot 1 \cdot 1,269 \cdot \ln \frac{314,98}{1,269} = 211,00 \text{ kV}$$

La tensión crítica disruptiva para tiempo lluvioso será:

$$U_c = 211,00 \cdot 0,85 = 179,35 \text{ kV}$$

Que al ser mayor que la tensión nominal, nos indica que no habrá pérdidas en estas condiciones.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

2. CONDUCTOR DEL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Se trata de justificar que la elección del conductor aislado para las salidas de la cabina del transformador en media tensión y de los embarrados de salida, superan las necesidades de la red, en lo que se refiere a capacidad de transporte y a intensidad de cortocircuito. Se considera la potencia nominal del transformador como potencia a transportar.

2.1. Media tensión 30KV

- Datos Eléctricos de la instalación**

Potencia máxima a transportar: 50 MVA

Tensión nominal: U = 30 kV

Frecuencia: 50 Hz

Factor de potencia: cos α = 0,9

- Características del conductor RHZ1 3x1x500mm² Al 18/30KV**

Designación UNE: RHZ1

Ternas 2

Sección total: 2x500 mm²

Intensidad admisible: 1.430 A

- Densidad de Corriente Admisible**

La intensidad máxima que circulará por el conductor se ha calculado anteriormente:

$$I_s = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 962,25 A$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cotitaraigon.a-v/Isidro.nreVValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

Dada la sección del conductor, se tiene una intensidad máxima de 1.430 A. A este valor hay que aplicarle un factor de 0,84 para considerar el aumento de temperatura de 15K por ir instalado en galerías y de 0,85 por agrupamiento, lo que da una intensidad máxima de:

$$I_{\max} = 1430 \times 0,84 \times 0,85 = 1.021 \text{ A} > 962,25 \text{ A (Calculados)}$$

- **Corriente de cortocircuito**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito admisible por el conductor RHZ1 3x1x500mm² Al 18/30KV emplearemos la fórmula siguiente:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

K Coeficiente dependiente del tipo de conductor. Para el aluminio 93

S Sección del conductor en mm²

t Duración del cortocircuito en segundos (1 seg)

I_{cc} Intensidad de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{93 \cdot 500}{\sqrt{1}} = 46,5 \text{ kA} > 6,41 \text{ kA (calculados)}$$



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.es/validar/validarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS RENOVABLES, S.L.



ANEXO AL PROYECTO:

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
132/30 KV
“SAN ISIDRO”
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE ALMUDÉVAR.
(PROVINCIA DE HUESCA)**

**DOCUMENTO III
PLANOS**

BBA₁



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cotitaraigon.a-v/visado.nref/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXXWEEN4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS

ÍNDICE PLANOS

- 1.- SITUACIÓN
- 2.- EMPLAZAMIENTO
- 3.- ESQUEMA UNIFILAR



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
<http://cogitaragon.a-v/Isidro.nre/ValidarCSV.aspx?CSV=RJTLLTGUXXX4WE3N4>

29/3
2021

Habilitación Coleg: 4851
Profesional VALINO COLAS, CARLOS



COGITAR
INDUSTRIAS DE ARAGON
VISADO: VIZ 214
Habitación: 2021



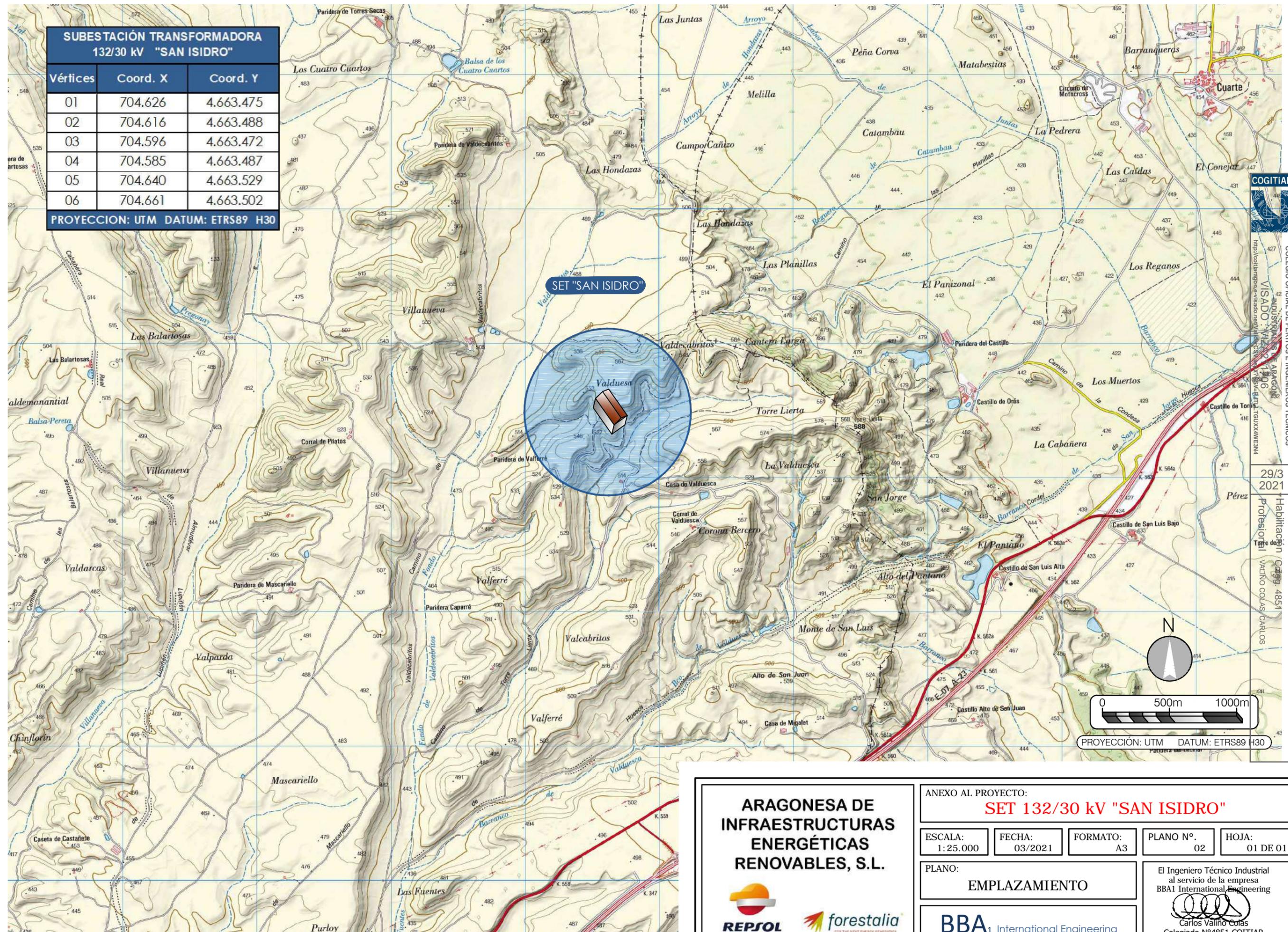
ARAGONESA DE INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS RENOVABLES, S.L.

ANEXO AL PROYECTO:				
SET 132/30 kV "SAN ISIDRO"				
ESCALA: 1: 200.000	FECHA: 03/2021	FORMATO: A3	PLANO N°: 01	HOJA: 01 DE 01
PLANO: SITUACIÓN			El Ingeniero Técnico Industrial al servicio de la empresa BBA1 International Engineering	
BBA1 International Engineering			 Carlos Valiño Cufas Colegiado N°4851 COITIAI	

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
132/30 kV "SAN ISIDRO"**

Vértices	Coord. X	Coord. Y
01	704.626	4.663.475
02	704.616	4.663.488
03	704.596	4.663.472
04	704.585	4.663.487
05	704.640	4.663.529
06	704.661	4.663.502

PROYECCION: UTM DATUM: ETRS89 H30



COGIATAR
INDUSTRIAS DE ARAGONIA
VISADO Nº 21.106
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos
29/3
2021
Habilitación Categ. 4851
Profesión de
Valtino Colás Carlos

**ARAGONESA DE
INFRAESTRUCTURAS
ENERGÉTICAS
RENOVABLES, S.L.**



ANEXO AL PROYECTO:
SET 132/30 kV "SAN ISIDRO"

ESCALA: 1:25.000	FECHA: 03/2021	FORMATO: A3	PLANO Nº. 02	HOJA: 01 DE 01
---------------------	-------------------	----------------	-----------------	-------------------

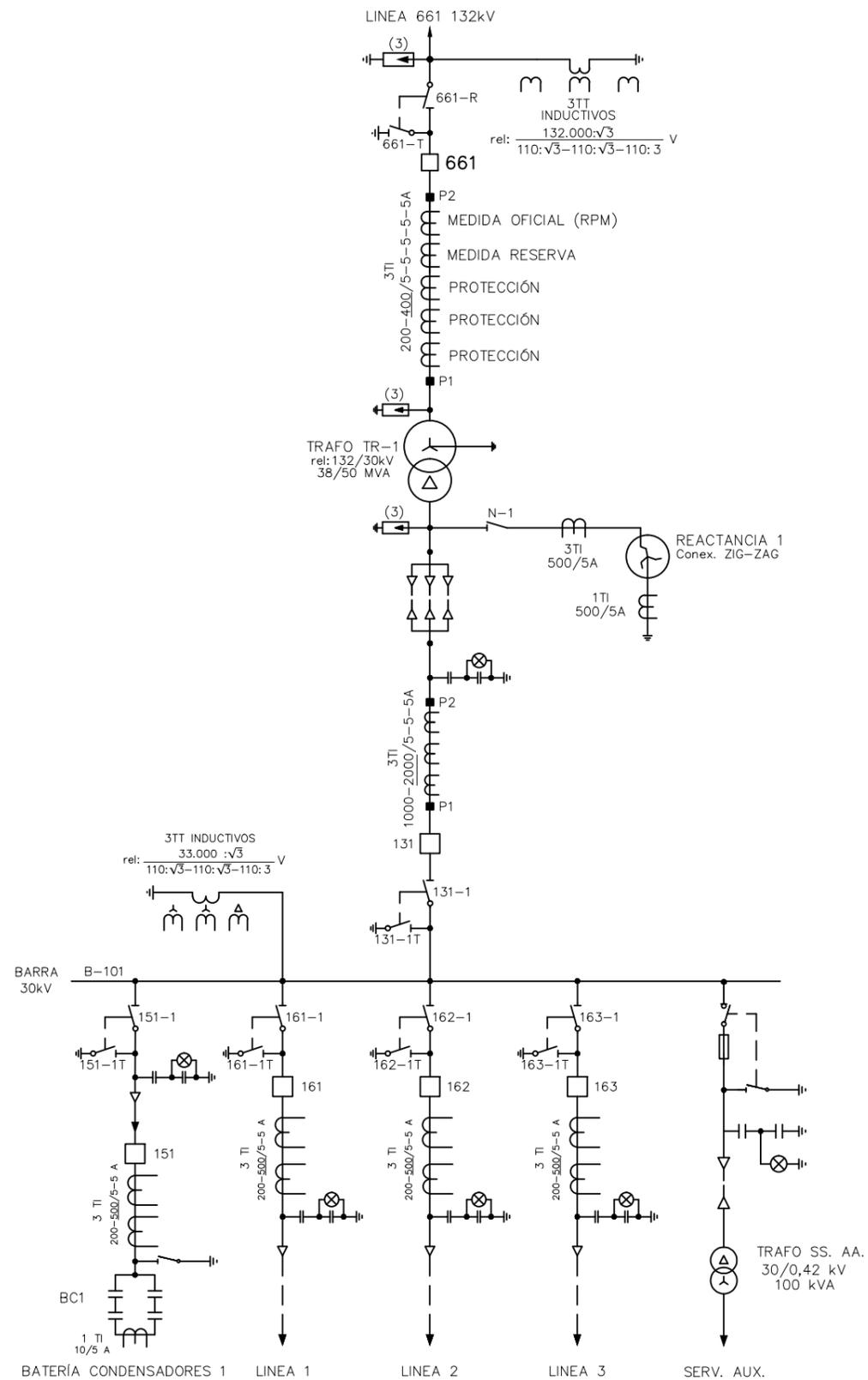
PLANO:
EMPLAZAMIENTO

BBA₁ International Engineering

El Ingeniero Técnico Industrial
al servicio de la empresa
BBA1 International Engineering

Carlos Valiño Colás
Colegiado Nº 4851 COITIAI

ESQUEMA UNIFILAR SET



CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 132KV	PARÁMETRO	VALOR
SISTEMA 132KV	TENSIÓN DE SERVICIO	132 KV
	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL	145KV
	RÉGIMEN DE NEUTRO	RÍGIDO A TIERRA
	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	31,5 KA
SISTEMA 32 KV	TENSIÓN DE SERVICIO	30 KV
	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 KV
	RÉGIMEN DE NEUTRO	P.A.T. A TRAVÉS DE REACTANCIA
	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 KA
TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES		125 V c.c. ; 400 V c.a.



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA211706
http://colitiaragona.es/visado/verDetalle.aspx?CSVAR=JTLLTGUX4WESM4

29/3
2021

Habilitación Coleg. 4851
Profesional VALIÑO COLAS, CARLOS

**ARAGONESA DE
INFRAESTRUCTURAS
ENERGÉTICAS
RENOVABLES, S.L.**



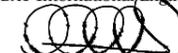
ANEXO AL PROYECTO:
SET 132/30 kV "SAN ISIDRO"

ESCALA: S/E	FECHA: 03/2021	FORMATO: A3	PLANO N°: 03	HOJA: 01 DE 01
----------------	-------------------	----------------	-----------------	-------------------

PLANO:
UNIFILAR SET

BBA₁ International Engineering

El Ingeniero Técnico Industrial
al servicio de la empresa
BBA1 International Engineering



Carlos Valiño Colas
Colegiado N°4851 COITIAI